



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
Казахский национальный аграрный исследовательский университет
Ошский Государственный Университет
Совет молодых учёных и специалистов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева



Международная научная конференция молодых учёных и
специалистов, посвящённая 160-летию
Тимирязевской академии
Сборник статей. Том 1

Москва
2025

УДК 63
ББК 4
М 34

Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии, г. Москва, 2-4 июня 2025 г.: сборник статей. Том 1 / Коллектив авторов [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (55,5 Мб). – Москва: Издательство РГАУ - МСХА, 2025. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024×768; AdobeAcrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

Редакционная коллегия

Проректор по научной работе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.б.н., профессор РАН **М.И. Селионова**. Начальник управления научной и инновационной деятельности РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент, к.п.н., **Л.В. Верзунова**. Председатель Совета молодых учёных и специалистов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент кафедры частной зоотехнии, к.с.-х.н. **В.В. Малородов**. Председатель СМУ КазНАИУ, заведующий кафедрой «Клиническая ветеринарная медицина», PhD **К.Д. Алиханов**. Председатель Молодежного совета ученых Ошского Государственного Университета, преподаватель кафедры общей психологии **Э.К. Сагынбаев**. Заместитель председателя СМУиС, руководитель СМУиС института агробιοтехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.б.н. **Р.И. Тараканов**. Руководитель СМУиС института садоводства и ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Э.Р. Мурзина**. Руководитель СМУиС института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова (по экологическому направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, **Н.А. Александров**. Руководитель СМУиС института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова (по мелиоративному направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Т.Ю. Жукова**. Руководитель СМУиС института экономики и управления АПК (по гуманитарному направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.и.н. **С.А. Миронюк**. Руководитель СМУиС института экономики и управления АПК (по экономическому направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **В.С. Токарев**. Руководитель СМУиС института механики и энергетики имени В.П. Горячкина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.т.н. **А.С. Гузалов**. Руководитель СМУиС института зоотехнии и биологии (по зоотехническому и биологическому направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Р.А. Иволга**. Руководитель СМУиС института зоотехнии и биологии (по ветеринарному направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Латынина Е.С.** Руководитель СМУиС Технологического института РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Куприй А.С.**

Организаторы конференции: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Ошский Государственный Университет; Совет молодых учёных и специалистов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Сборник содержит статьи по материалам докладов участников **Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии**, проводившейся 2-4 июня 2025 г. на базе ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Издание представляет интерес для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, руководителей и специалистов АПК.

ISBN 978-5-9675-2105-8

© Коллектив авторов, 2025

© ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025

Оглавление

ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ, ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА ИМЕНИ А.Н. КОСТЯКОВА.....	20
СЕКЦИЯ: «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»	20
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ	20
ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	23
РЫБОЗАЩИТНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ СТРАНЫ.....	23
УТОЧНЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ВЕЛИЧИН ВАКУУМА НА МОДЕЛИ ШАХТНОГО ВОДОСБРОСА РОГУНСКОЙ ГЭС.....	25
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БАКОВ С НАСОСАМИ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДАЧИ.....	29
ВНЕДРЕНИЕ ИИ В ФРАКТАЛЬНО-КЛАСТЕРНОЙ ОЦЕНКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА СОЛЯНЫХ ОЗЕР	33
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ОДЕЖД ОТКОСОВ НА СКЛОНАХ ТЕРРИТОРИИ.....	39
СОВМЕСТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	43
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДOPPOBODНЫХ СЕТЕЙ И ПУТИ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АФГАНИСТАН.....	45
ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ СВОБОДНО ПОТОЧНЫМИ ГИДРОТУРБИНАМИ	48
САМОВСАСЫВАЮЩАЯ НАСОСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ	54
PRELIMINARY EVALUATION OF PHENOTYPIC TRAITS IN RADISH (RAPHANUS SATIVUS L.) HYBRIDS DERIVED FROM CROSSES BETWEEN MALE-STERILE AND FERTILE LINES	57
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАСИТЕЛЯ КАМЕРНОГО ТИПА ЗА ИРРИГАЦИОННЫМ ВОДОСБРОСОМ.....	59
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	62
МЕТОДИКА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ УСТАНОВОК.....	65
ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН	68
СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД.....	76
ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ И УПРАВЛЕНИЮ ВОДОПОДПОРНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ.....	78

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ЗАТОПЛЕНИЮ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЕДИНОВСКОЙ ПОЙМЫ	81
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЭРОЗИИ БЕРЕГА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЮ	84
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ НИГЕР В ПРЕДЕЛАХ ГВИНЕЙСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	86
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУЛЬСАЦИОННЫХ НАГРУЗОК ПРИ РАСЧЁТЕ ВОДОБОЙНОГО УЧАСТКА ВОДОСБРОСОВ	89
ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОВМЕСТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ САУСЕ-ЛЕОН.....	92
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ.....	94
МОНИТОРИНГ	САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ РЕКИ ФОНТАНКИ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	97
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕКА ШАРИ В РЕСПУБЛИКЕ ЧАД.....	100
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	103
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК ВОДЫ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	105
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И МОНИТОРИНГЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	108
ЗАЩИТА ВОДОПРОВОДА ОТ СКОПЛЕНИЯ ВОЗДУХА И СПОСОБЫ ЕГО УДАЛЕНИЯ	112
МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ВОДОПОДАЧИ ПОДКАЧИВАЮЩИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	114
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДИК РАСЧЕТА ПЕРЕПАДНЫХ КОЛОДЦЕВ ДЛЯ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ.....	118
ПОДГОТОВКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ МАЛОМОЩНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ	124
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОДОТОКОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РАЗНОМАСШТАБНОСТИ РЕЧНОЙ СЕТИ	125
ЛИВНЕВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ, ОЧИСТКА ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ .	129
АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНИИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ В ВОДОПОДАЮЩИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ.....	133
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ВОДОЗАБОРНО-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ	136

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ (КЯРИЗОВ) И ПОДЗЕМНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ	138
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА	145
СЕКЦИЯ: «МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО».....	148
ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОД ПОЛОГОМ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В СЕРЕБРЯНОБОРСКОМ ОПЫТНОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ	148
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВРЕМЕННЫХ ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЙ ПРИ РАННЕЙ ВЫСАДКЕ ПЕРЦА СЛАДКОГО В ОТКРЫТЫЙ ГРУНТ	152
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА ПО ВЫРАЩИВАНИЮ СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ (<i>Pinus contorta</i> Dougl. ex Loudon) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	154
ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА ВЯЗА ШЕРШАВОГО (<i>ULMUS GLABRATUS</i>) В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ПРИДОНЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КАШАРСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)	156
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ВЛАЖНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ ОТ ВОДНОГО РЕЖИМА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ	160
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ В ПЛОДОВЫХ ПИТОМНИКАХ	163
ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ.....	166
ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ОРОШЕНИЯ В ПИТОМНИКЕ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР	169
ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ БАКЛАЖАНОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ	173
В УСЛОВИЯХ ЮГА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	173
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА	177
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	180
РЕДКИЕ ВРЕДИТЕЛИ ЛЕСОВ В РОССИИ.....	183
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ КУКУРУЗЫ В РЕГИОНЕ ИМБО РЕСПУБЛИКИ БУРУНДИ	185
ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ – ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>Pinus sylvestris</i> L.) В КОВРОВСКОМ РАЙОНЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ	190
ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОМ ОРОШЕНИЯ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ	192
ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ	197

В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ.....	197
ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ МОЛОДОГО ВИШНЁВОГО САДА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ	199
АНАЛИЗ ПРИЧИН ОСЛАБЛЕНИЯ И УСЫХАНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	202
РОСТ, СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ.....	205
ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОГИПСА В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ	207
СЕКЦИЯ: «АГРОЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»	210
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ МЕТОДОМ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ.....	210
АНАЛИЗ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЛЕСНОГО ОПАДА ХВОЙНО- ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА	215
АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ УПЛОТНЕНИЕМ ПОЧВЫ, ВЛАЖНОСТЬЮ И ТЕМПЕРАТУРОЙ В СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ И БЕРЁЗЫ В ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧЕ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ	219
ОЦЕНКА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ФОСФОГИПСА И КОМПОСТА НА УГЛЕРОДНЫЙ БАЛАНС МОДЕЛЬНЫХ ГАЗОННЫХ ЭКОСИСТЕМ В СЕЗОННОЙ И МЕЖСЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ	223
СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА В РАЗНЫЕ ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЗА ПЕРИОДЫ 2023-2024 Г.	228
ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТОМАТА СОРТА МИКРО ТОМ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ КРАСНОГО И ДАЛЬНЕГО КРАСНОГО СВЕТА В СПЕКТРЕ ИЗЛУЧЕНИЯ.....	233
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И ПЕРЛИТА НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЧВ ГАЗОННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА СКЛОНАХ РАЗНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ.....	237
ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА И КАЛИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИИ ПРИ ПОДНЯТИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ	239
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРУДОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА МОСКВЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ PH.....	244
АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ РЕАЛИЗУЕМЫХ В РОССИИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ В СЕКТОРЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	246

АНАЛИЗ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИОННОГО РЯДА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	251
PRODUCTIVITY OF DISTANT PASTURES AT THEIR SEASONAL USE IN THE CONDITIONS OF VERTICAL ZONING OF SOILS IN THE SOUTHEAST PART OF KAZAKHSTAN.....	254
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA VULGARIS В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ.....	258
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ СИСТЕМ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛИГОНОВ ТКО	261
OPTIMAL MAINTENANCE OF CARBON AND NITROGEN CYCLES BY RECYCLING LIVESTOCK WASTE TROUGH THE BIODIGESTION SYSTEM WITH AN INNOVATIVE MOTO-GENERATOR	266
STUDY OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF SNOW COVER ON THE EXAMPLE OF PARKS AND RECREATIONAL AREAS.....	271
ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	274
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА МОСКВЫ	279
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ МЕТАНА ОТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	283
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИЗМАЙЛОВСКОГО ЛЕСОПАРКА.....	286
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ	289
ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВ В ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СТЕПИ	294
ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ В ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОМ ПАРКЕ «ЦАРИЦЫНО»	297
ИНСТИТУТ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ	301
СЕКЦИЯ: «АГРОНОМИЯ».....	301
CHLOROPHYLL CONTENT OF TOMATO (LYCOPERSICON ESCULENTUM) LEAVES IMPROVED USING ALBITBR BIOSTIMULANT..	301
MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING TECHNIQUE FOR DETECTION AND MANAGEMENT OF SOFT ROT DISEASES IN POTATO AND OTHER CROPS	304
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ПОСАДОЧНОГО КЛУБНЯ И ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ	306

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭПИФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ	309
ИЗМЕНЕНИЯ В МОРФОГЕНЕЗЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У ЮВЕНИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ МОРКОВИ <i>DAUCUS CAROTA</i> L В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЛИ СИНЕГО СВЕТА В СПЕКТРЕ СВЕТА	313
ВЛИЯНИЕ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА НА РАЗВИТИЕ АГРОФИТОЦЕНОЗА ПОСЕВОВ ЯЧМЕНЯ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	317
ПРОДУКТИВНОСТЬ СТАРОСЕЯНЫХ ТРАВСТОЕВ НА 26-28 ГОДЫ ЖИЗНИ	320
РОЛЬ СПОСОБА И ГЛУБИНЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В НАКОПЛЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ОПТИМИЗАЦИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ЦРНЗ РФ	323
РОСТ И РАЗВИТИЕ РЯДА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОСВЕЩЕНИЯ	327
ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ НА БАЗЕ ООО «СПК ИМЕНИ ЛЕНИНА» И АО «ОЗЕРЫ» МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	329
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ <i>IN VITRO</i>	333
<i>TYRNULA</i> SP. (PERS.) FR.	333
УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНОВЫХ ТРАВСТОЕВ В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	335
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ФЕРОМОННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОЧКОВОЙ ЛИСТОВЁРТКИ	338
<i>SPILONOTA OCELLANA</i>	338
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ	340
КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ	340
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НАФТЕНОВЫХ КИСЛОТ НА СОРТА РИСА	343
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДУПЛЕКСНОЙ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ <i>PSEUDOMONAS SAVASTANOI</i> PV. <i>PHASEOLICOLA</i> И <i>PSEUDOMONAS SYRINGAE</i> PV. <i>PISI</i> В ЗЕРНЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ	345
ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОЙМЕННЫХ ПАСТБИЩ И СЕНОКОСОВ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ	348
ВЛИЯНИЕ ПОДКОРМКИ КАРБАМИДОМ И АММИАЧНОЙ СЕЛИТРОЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И САХАРИСТОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	351
ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КОЖУРЫ ЯБЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ПАРШОЙ, СОРТА И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ	353
РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ФЕРОМОНОВ СОВОК РОДА <i>CHRYSODEIXIS</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)	357

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА» НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	360
ЯЧМЕНЬ: ПЛОЩАДИ, УРОЖАЙНОСТЬ – ВАЖНЫЕ ФАКТЫ И АНАЛИЗ	365
ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ.....	368
ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ШТАММОВ <i>P. BASILLUS</i> НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТЬЕВ КУКУРУЗЫ	372
СОРТОИЗУЧЕНИЕ ИНУЛИНСОДЕРЖАЩИХ КОРНЕПЛОДНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА <i>ASTERACEAE</i> В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ	374
КОМБАЙН КАК РАСПРОСТРАНИТЕЛЬ СОРНЯКОВ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	378
ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ	382
ВО ВЬЕТНАМЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ПРОДУКТИВНОСТИ ...	382
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ В БОРЬБЕ С МУЧНИСТОЙ РОСОЙ ЛИСТЬЕВ ФУНДУКА В РЕСПУБЛИКЕ АБХАЗИЯ.....	385
ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОБРАЗЦОВ И СПОСОБОВ ПОСАДКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ БАТАТА	388
ЛЯДВЕНЕЦ РОГАТЫЙ - ЦЕННАЯ КУЛЬТУРА В ОРГАНИЧЕСКОМ ПАСТИЩНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	391
СРАВНЕНИЕ ПЕРЕЧНЕЙ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СТРАН БРИКС ПО ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ	395
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЕМЯН ПРИ УБОРКЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОИ.....	399
АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ..	402
ИНСЕКТИЦИДА АКТАРА, ВДГ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КООПЕРАТИВА «ОЛЬГОВСКОЕ» РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	402
МОНИТОРИНГ РЕЗИСТЕНТНОСТИ <i>CERCOSPORA BETICOLA</i> К СТРОБИЛУРИНАМ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ.....	406
СЕКЦИЯ «ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ»	408
IMMUNE RESPONSE TO RECOMBINANT CTXB IN MICE: PROSPECTS FOR USE IN CHOLERA PREVENTION AND AS A MUCOSAL ADJUVANT	408
ЦИФРОВОЕ ПОЧВЕННОЕ КАРТИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ АГРОЛАНДШАФТОВ ПОДГОРЕНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	410
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПАХОТНОЙ ПОЧВЫ И ЕЕ ЗАЛЕЖНОГО АНАЛОГА.....	413

СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОМА РИЗОСФЕРЫ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	416
ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ.....	420
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ	424
НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ДЕЙСТВИЯ АЗОТНО-ЦИНКОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ.....	426
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ И ПОЧВЕННО-ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОГЕННОГО НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ	428
ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ ОТНОШЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА К СОДЕРЖАНИЮ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ	430
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПСУЛИРОВАННОЙ И ИНГИБИРОВАННОЙ МОЧЕВИНЫ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	433
ПОИСК БАКТЕРИАЛЬНЫХ АНТАГОНИСТОВ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ	436
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА АКТИВНОСТЬ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОТНОШЕНИИ МОНОВИДОВЫХ И МУЛЬТИВИДОВЫХ БИОПЛЕНОК.....	439
МИКРОБНЫЕ АССОЦИАЦИИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ.....	442
НА СКАЛЬНЫХ ВЫХОДАХ ИЗВЕСТНЯКА.....	442
ИММУННЫЙ ОТВЕТ НА РЕКОМБИНАНТНЫЙ СТВ У МЫШЕЙ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ ХОЛЕРЫ И В КАЧЕСТВЕ МУКОЗАЛЬНОГО АДЬЮВАНТА.....	446
ВЛИЯНИЕ ГУМИНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ВОДНЫХ СТРЕССОВ	447
ВЛИЯНИЕ ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ.....	450
ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОГИПСА В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА СВЕТО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ	454
ВЫЯВЛЕНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АКТИНОМИЦЕТОВ ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ МОНГОЛИИ	456
АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПОД КАРТОФЕЛЕМ И ОЗИМОЙ РОЖЬЮ В УСЛОВИЯХ СВЕРХ ДЛИТЕЛЬНОЙ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ	459

ОТ КОРМА К КОДУ: ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСТРАКЦИИ ДНК МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА СИЛАЖА.....	462
ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯНТОВ И ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСТА И РАЗВИТИЯ НУТА.....	463
АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ	466
ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ.....	470
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ АМИНОКИСЛОТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУРАХ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ	472
ТЕМНОВОЕ ПОЛУЧЕНИЕ БИОВОДОРОДА ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ТЕРМОФИЛЬНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ.....	474
ПРОВИНЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАСЫЩЕНИЯ ПОЧВ УГЛЕРОДОМ.....	476
ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ ЭКСТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ	478
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА.....	481
СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»	484
CHARACTERIZATION OF RESISTANCE TO LEAF-STEM RUST AND POWDERY MILDEW IN SPRING SOFT WHEAT	485
ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ TRITITRIGIA CZICZINII TZVEL	488
ВАКСИ ГЕНЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	490
КАЛЛУСОГЕНЕЗ ИЗ МИКРОКЛОНОВ <i>SEQUOIA SEMPERVIRENS</i> (D.DON) ENDL. НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАЗНЫХ АУКСИНОВ.....	493
МОЛЕКУЛЯРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ	496
ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ СОРТООБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ПО ВЫСОТЕ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ.....	498
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ В	500
ПОЛИГЕНОМНЫХ ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЯХ.....	500
ЭФФЕКТИВНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООЧИЩЕННОЙ ПЕНТАМЕРНОЙ β -СУБЪЕДИНИЦЫ ХОЛЕРНОГО ТОКСИНА (CtxV) В <i>E. coli</i> И ЕГО ИЗУЧЕНИЕ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИММУНОПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНИ КРОНА И ДРУГИХ КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	503
ОЦЕНКА СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ Нечерноземной зоны РФ	505

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА КЛЕТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ <i>OSIMUM L.</i>	507
ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ MSM НА ПРОЦЕСС ВТОРИЧНОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В КУЛЬТУРЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ МИКРОСПОР <i>IN VITRO</i>	511
ОЦЕНКА ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И.....	514
СЕЛЕКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	514
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ <i>TAXUS</i>	517
ФЕНОТИПИРОВАНИЕ И ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ЧЕЧЕВИЦЫ.....	519
ПО ВЫСОТЕ РАСТЕНИЯ И ВЫСОТЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ БОБОВ.....	519
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, СВЯЗАННЫХ С АНТОЦИАНОВОЙ ОКРАСКОЙ, В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ	523
ИЗУЧЕНИЕ КАННАБИНОИДНОГО ПРОФИЛЯ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА <i>CANNABIS SATIVA L.</i> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SNP-МАРКЕРОВ	526
АНАЛИЗ АЛЛЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ЭКСПРЕССИИ ГЕНА CUS-LIKE У АРАХИСА (<i>ARACHIS HYPOGAEA L.</i>)	528
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ РОДА <i>ARTEMISIA L.</i> ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i> СЕМЯН <i>ARTEMISIA ABSINTHIUM</i>	529
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА <i>WAXU</i> СОРТООБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	531
ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТРЕМЯ ХИМИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ СОРТА ТИМИРЯЗЕВСКАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ В ПИТОМНИКЕ ИСПЫТАНИЯ ПОТОМСТВ 2-ОГО ГОДА В УСЛОВИЯХ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА	535
ОБЗОР ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ	538
НА КАЧЕСТВО СЕМЯН РИСА (<i>ORYZA SATIVA L.</i>)	538
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МОРФОГЕНЕЗ РОЖКОВОГО ДЕРЕВА (<i>CERATONIA SILIQUA L.</i>) В УСЛОВИЯХ <i>IN VITRO</i>	539
ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛОНГАЦИИ И УКОРЕНЕНИЯ РОЗ <i>SCARLET MERCEDES KORDANA IN VITRO</i>	541
ОЦЕНКА ЦЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ПЕРВОГО ГИБРИДНОГО ПОКОЛЕНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО	545
ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ	547
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МАНДАРИНА (<i>C. RETICULATA BLANCO</i>) В УСЛОВИЯХ <i>IN VITRO</i>	550
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРОРАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА <i>IN VITRO</i>	553
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	

РОСТА АСЕПТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ <i>ALTERNANTHERA REINECKII</i> BRIQ	557
СЕЗОННЫЕ РАЗЛИЧИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ЛИСТЬЕВ У ТРЕХ ГЕНОТИПОВ ЧАЯ (<i>CAMELLIA SINENSIS</i> (L.) KUNTZE) РАЗЛИЧНОЙ ПЛОИДНОСТИ	559
УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ РОССИИ	561
СЕКЦИЯ «МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»	564
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В БЕССМЕННОМ ПОСЕВЕ	564
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА ДОПУСКА	567
К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО РЕЖИМА г. МОСКВЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	570
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ	573
ХАРАКТЕРИСТИК ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА	573
РАСЧЁТ ВОЗМОЖНОСТИ СБОРА ДВУХ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНИВШЕГОСЯ КЛИМАТА ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ Г. КРАСНОДАРА	576
ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ОСАДКОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ	579
АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЖДЕВЫХ ОСАДКОВ БАСЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ	582
АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД 2024 ГОДА	583
ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МИНИМУМА СПОСОБОМ ШИГОЛЕВА НА ПРИМЕРЕ КИНОА (<i>CHENOPodium QUINOA</i>)	586
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	590
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕЖГОДОВЫХ И ПЯТИЛЕТНИХ ПРОГНОЗОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ	593
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ БИОИНДИКАЦИИ	597
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В АПК	599
СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ»	599

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРЕХОВОДСТВА В МИРЕ.....	599
СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ АГРОБИЗНЕСА В КАЗАХСТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	603
ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ.....	607
АДАПТАЦИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ АПК.....	613
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	618
РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ НОВОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ООО «ПЕРВАЯ ЗЕЛЕНАЯ КОМПАНИЯ».....	622
СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	625
ESG-ИНВЕСТИРОВАНИЕ, КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АПК.....	629
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	633
РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ КАЗАХСТАНА.....	637
ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	643
ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ В СОВРЕМЕННОМ АПК В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	646
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНОПЛЕВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	649
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА.....	653
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ В АПК.....	657
ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ДОСТИЖЕНИЕ ESG ПРИНЦИПОВ В РАМКАХ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГБУ «РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР».....	660
ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ.....	663
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ.....	667
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРЕХОВОДСТВА В РФ.....	672
СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЁТА, ФИНАНСОВ И НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ».....	677

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА АГРОХОЛДИНГОВ	677
ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	680
СТРАТЕГИИ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ, ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ....	685
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	689
СТРАХОВАНИЕ РИСКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В НЕСТАБИЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ...	692
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА, ФИНАНСОВ И НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	695
АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ПЛАТЁЖЕСПОСОБНОСТИ ОАО «ЛУНИНЕЦКИЙ МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД»	697
РАЗВИТИЕ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА АКТИВОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В СЕКТОРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ	700
SWOT-АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОГО РЫНКА ТРУДА В РФ	704
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА РЫНКА ТРУДА АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ	707
МОНЕТАРНАЯ ПОЛИТИКА И ЕЕ ИНСТРУМЕНТЫ.....	711
РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	714
СЕКЦИЯ «БИЗНЕС-СТАТИСТИКА».....	719
Анализ Динамики экспорта и импорта товаров апк России в ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ ПЕРТУРБАЦИЙ.....	719
ЛИЧНЫЕ ПОДСОБНЫЕ ХОЗЯЙСТВА КАК ОБЪЕКТ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ И ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	722
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ	726
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ РОСТА ДОЛИ ВДС МИРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	730
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА КАРДИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ИНДЕКСА (VHS) НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНОГРАММ.....	733
ВЛИЯНИЕ РОСТА СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ СТОИМОСТИ КАПИТАЛА НА РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	736
СЕКЦИЯ «МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»	741

ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ В АГРАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОТ ФРАГМЕНТАРНОСТИ К СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЧЕРЕЗ СТАНДАРТИЗАЦИЮ	741
ДИАГНОСТИКА ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ РАБОЧЕГО МЕСТА.....	744
ФОРМИРОВАНИЕ SOFT SKILLS У СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ.....	747
РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМАТЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА	751
ПРИВЛЕЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН В ВУЗЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ: ВОЗМОЖНОСТИ, ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ.....	754
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АНКЕТИРОВАНИЯ ВЫПУСКНИКОВ ЦССВ «НАШ ДОМ» ПО ТЕМЕ «ГОТОВ К ВЗРОСЛОЙ ЖИЗНИ»	760
ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ОФИСА НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ СОТРУДНИКОВ.....	763
МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КАК СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	766
ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО ПРОВЕРКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ МОТИВАЦИИ УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ АГРАРНОГО ВУЗА	770
МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ АПК С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	775
СЕТЕВОЙ ПРОЕКТНЫЙ ОФИС КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	779
ОНЛАЙН-КУРСЫ КАК БАЗОВЫЙ КОМПОНЕНТ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ УНИВЕРСИТЕТА	782
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДХОДА В УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ КОЛЛЕДЖА	785
ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА.....	787
ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ФОРМАТЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	790
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	793
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСТОРИЯ России» В КОЛЛЕДЖЕ	797

СЕКЦИЯ «ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ АПК»	801
РЕШЕНИЕ АГРАРНОГО ВОПРОСА В ДЕКЛАРАЦИИ РОССИЙСКОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА А.В. КОЛЧАКА (8 АПРЕЛЯ 1919 Г.).....	801
ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНАЯ ЭТИКА А.В. ЧАЯНОВА	803
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: СОДЕРЖАНИЕ, ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ.....	806
РОЛЬ УПОЛНОМОЧЕННОГО ПО ПРАВАМ ЧЕЛОВЕКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В МЕХАНИЗМЕ ЗАЩИТЫ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ ПРАВ ГРАЖДАН.....	811
ЭВГЕМЕР И ПРОИСХОЖДЕНИЕ МИФОЛОГИИ: ФИЛОСОФСКИЙ И КУЛЬТУРНЫЙ КОНТЕКСТ.....	814
СЕПАРАЦИЯ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ФАКТОРЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ	816
СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ И ЛИНГВОСТРАНОВЕДЕНИЕ»	819
AMELIORATION DE LA FERTILITE DES SOLS A TRAVERS LA MECANISATION AGRICOLE ET L'USAGE DES PLANTES DE COUVERTURE EN AFRIQUE DE L'OUEST	819
FORECASTING PROTEIN CONTENT IN WINTER WHEAT IN THE CENTRAL RUSSIA REGION	823
ASSESSMENT OF THE AFTEREFFECT OF PHOSPHOGYPSUM AND COMPOST ON THE CARBON BALANCE OF LAWN ECOSYSTEMS IN SEASONAL AND INTER-SEASONAL DYNAMICS.....	827
IRRIGATION PRECISE DE LA POMME DE TERRE AU BURUNDI : VERS UNE AGRICULTURE EFFICACE ET ECONOMIQUE	832
THE EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZER RATES ON OKRA (ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.) GROWTH, YIELD, AND PEST INFESTATION IN SIERRA LEONE	835
ENGINEERING A RECOMBINANT <i>ESCHERICHIA COLI</i> M17 PROBIOTIC FOR <i>IN VIVO</i> EXPRESSION AND DELIVERY OF IMMUNOREGULATORY CTB IN THE GASTROINTESTINAL TRACT AND ITS IMPLICATIONS FOR CROHN'S DISEASE THERAPY AND INTESTINAL REGENERATION	841
NEURAL NETWORKS ALGORITHMS AND MODELS IN SOLVING THE PROBLEMS OF PROTECTED VEGETABLE FARMING: A SHORT REVIEW OF THEIR IMPLEMENTATIONS	844
CURRENT METHODOLOGICAL CHALLENGES OF AGRO- ENVIRONMENTAL CLIMATE PROJECTS IMPLEMENTED IN RUSSIA IN THE CATTLE SECTOR	848
EVALUATING THE RESISTANCE OF ENDEMIC WHEAT VARIETIES TO PESTS	852

PROSPECTS OF USING MICROALGAE CHLORELLA VULGARIS IN THE PROCESS OF BIOREMEDIATION OF WATER BODIES POLLUTED BY OIL PRODUCTS.....	855
PERSPECTIVES D'UTILISATION DE L'IODE DANS L'ALIMENTATION DES POULES PONDEUSES	859
ECOLOGICAL ASSESSMENT OF AIR QUALITY BY THE LICHENOINDICATION METHOD IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW	862
THE PRINCIPLES OF TEACHING ACCENTED SPEECH INTERPRETING USING AUDIOVISUAL MATERIALS	866
PROSPECTS OF USING THE EDDY COVARIANCE METHOD FOR ESTIMATING METHANE EMISSIONS FROM CATTLE.....	869
USING A TERMINOLOGICAL DATABASE OF VERBAL NOUNS IN COMPUTER-ASSISTED TRANSLATION	871
COMPARATIVE STUDY OF SPI AND RDI DROUGHT INDICES IN THE LATTAKIA REGION.....	875
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДЕКСОВ ЗАСУХИ SPI И RDI В РЕГИОНЕ ЛАТТАКИЯ.....	875
ANALYSE HYDROLOGIQUE ET SOCIO-ENVIRONNEMENTALE DU FLEUVE DE KONKOURE EN GUINEE: CARACTERISATION DES RESSOURCES EN EAU, DE LA POPULATION ET DE L'OCCUPATION DES SOLS	878
COMPUTER VISION AS A TOOL FOR MAINTAINING OPTIMAL HEALTH IN PASTURE-RAISED LIVESTOCK.....	882
THE IMPACT OF OFFICE SPATIAL ENVIRONMENT ON EMPLOYEES' PSYCHOLOGICAL WELL-BEING	885
DEVELOPMENT OF INVESTMENT ACTIVITY IN THE AGRIBUSSINESS SECTOR.....	887
MODELING AND YIELD FORECASTING IN GREENHOUSES USING DIGITAL TWINS	890
IMPROVEMENT OF ALGORITHMIC SUPPORT FOR CLASSIFICATION OF OBJECTS IN ENERGY TRANSFER SYSTEMS.....	893
THE USE OF DIGITAL TOOLS IN TEACHING 'PSYCHOLOGY'	896
TO NON-CORE STUDENTS	896
EVALUATION OF BIODIGESTION SYSTEM AND ITS DEVELOPMENT WITH AN INNOVATIVE MOTO-GENERATOR FOR THE LIVESTOCK WASTE RECYCLING	899
ОЦЕНКА СИСТЕМЫ МЕТАНТЕНКА И ЕЕ РАЗРАБОТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОГО МОТОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ	900
EFFECT OF GROWTH STIMULANTS ON MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF PAK CHOI (BRASSICA RAPA SUBSP. CHINENSIS) AND KALE (BRASSICA OLERACEA VAR. SABELLICA) IN HYDROPONIC CULTIVATION.....	906

CHARACTERISTICS OF COMPETENCY-BASED MODELS FOR PREPARING TEACHERS TO WORK IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION	908
WRITTEN COMMUNICATION IN CYBERSPACE: CHALLENGES AND TARGET SKILLS.....	912
NEURAL NETWORK FOR DRINKING WATER USE SUPPLIES FORECAST.....	917
UTILIZING RECOMBINANT PROBIOTIC BACTERIA AS LIVE BIOTHERAPEUTIC VECTORS FOR THE LOCALIZED GASTROINTESTINAL DELIVERY OF IMMUNOMODULATORY AND REGENERATIVE POLYPEPTIDES	919
СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В АПК»	921
ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ВОЛАТИЛЬНОСТИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	921
ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА АПК РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	923
ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	927
МНОГОГРАННОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПОДХОДЫ, ВИДЫ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ..	931
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО ПРОГРЕССА ОБЩЕСТВА.....	934

**ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ, ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА
ИМЕНИ А.Н. КОСТЯКОВА**

**СЕКЦИЯ: «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»**

УДК 626.17/691.17/502/504

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

Жукова Татьяна Юрьевна, соискатель кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, t.zhukova@rgau-msha.ru

Еремеев Андрей Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, a.eremeev@rgau-msha.ru

Научный руководитель – **Ханов Нартмир Владимирович**, доктор технических наук, профессор кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, khanov@rgau-msha.ru

Аннотация: В данной публикации рассматривается методика исследования фильтрационных характеристик противоэрозионных покрытий, состоящих из геомата, заполненного битум-полимерным вяжущим и геомата с заполнителем из щебня. Для проектирования сооружений с применением данных защитных покрытий, необходимо знать ряд характеристик материалов, одной из которых является коэффициент фильтрации.

Ключевые слова: откос, облицовка, эрозия, геомат, битум, щебень, коэффициент фильтрации.

Откосы гидротехнических сооружений, контактирующие с водной поверхностью, подвергаются воздействию водной эрозии. Для защиты от данного воздействия используются специальные защитные противоэрозионные материалы. Для предотвращения от негативных воздействий водной эрозии на грунтовые откосы выполняется ряд мероприятий, в том числе укрепление верхнего слоя откоса противоэрозионными одедами [1].

Предотвратить негативный результат воздействия воды на целостность русел и склонов водных объектов можно довольно эффективно с помощью инженерных решений с использованием геосинтетических материалов. Распространённым геосинтетическим материалом является геомат. Покрытие из геомата представляет собой стабильную объёмно-волокнустую структуру с подложкой из полиамидных мононитей, при определённых условиях эффективно укрепляя откосы каналов, малых рек и водоёмов заменяет тяжёлые каменные конструкции и неэкологичные покрытия из бетона и асфальта [2].

В лаборатории кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова был произведен ряд исследований покрытий, состоящих из геоматов с различными заполнителями. В данной работе рассматривается геомат марки Энкамат А20,

заполненный битум-полимерным вяжущим и геомат марки Энкамат 7225с заполнителем из щебня. Необходимо знать характеристики данного материала для проектирования сооружений с использованием защитного покрытия, одной из которых является коэффициент фильтрации. Нужно провести фильтрационное исследование, в нескольких слоях, данного противоэрозионного покрытия.

Для определения фильтрационных характеристик материалов, использовался модифицированный прибор Дарси, представленный на **Ошибка! Источник ссылки не найден.** В прибор было уложено 8 слоёв исследуемого материала ниже поверхности воды в водоотводящем резервуаре для нахождения характеристик напорной фильтрации. Экспериментальный материал для нахождения свободной фильтрации находился выше поверхности воды, на некотором расстоянии для того чтобы, профильтровавшаяся вода свободно проникала в водоотводящий резервуар.



а)



б)

Рис. 1 Прибор для определения фильтрационных характеристик: а - прибор Дарси, б - схема расположения пьезометров в приборе Дарси:

1–6 пьезометры, находящиеся между слоями материала, 7–12 пьезометры, находящиеся внутри материала

Для экспериментального исследования фильтрационных свойств исследуемых материалов, прибор был сделан высотой 500 мм с внутренними размерами 100х100 мм. Прибор был выполнен из органического стекла. Прибор опирался на короб, в котором был сделан треугольный вырез с углом 90° , выполняющий роль треугольного водослива для измерения расходов профильтровавшейся воды, высота порога водослива была в высоту 40 мм. Напротив друг друга было установлено по 6 пьезометров. Пространства между покрытием и оргстеклом цилиндра герметизировались, для устранения протечек, это обеспечивало отсутствие дополнительных гидравлических сопротивлений. На дне прибора располагалась решетка с размером ячейки 20х20 мм для устранения выпадения исследуемого материала. Внутренние размеры опорного короба составляли 380х200х140 мм. Был выполнен щит из 12 пьезометров для измерения пьезометрического напора [3].

Главная цель расчёта фильтрационных характеристик это определение скорости и расхода [3,4].

Для нахождения средней скорости фильтрации V_ϕ , применим формулу (1) для общего случая:

$$V_\phi = \frac{Q}{\omega}, \quad (1)$$

где: ω – площадь поперечного сечения $\omega = 100 \text{ см}^2$.

Пьезометрический уклон определяется как отношение потерь напора к длине пути фильтрации и находится по зависимости (2):

$$J_{i,i+1} = \frac{H}{l_{i,i+1}} = \frac{H_i - H_{i+1}}{l_{i,i+1}}, \quad (2)$$

где: H_i и H_{i+1} – показания пьезометров, $l_{i,i+1}$ – расстояние между пьезометрами.

Через треугольный водослив с углом $\alpha = 90^\circ$, расход воды, проходящий в единицу времени определялся по формуле (3):

$$Q = 14 \cdot h^{2,5} (\text{см}^3/\text{с}), \quad (3)$$

где: h – напор на треугольном водосливе.

Определялся коэффициент шероховатости по формуле (4):

$$k = \frac{V_\phi}{J} (\text{см/с}), (4)$$

Расход и скорость определялись, по напорам, которые были получены на треугольном водосливе. По расходам Q , которые были получены, по формуле (3) находилась скорость профильтровавшейся воды.

На рисунке 2 представлено фото экспериментальной установки для определения фильтрационных характеристик с исследуемыми покрытиями.



а)



б)

Рис. 2 Фото экспериментальной установки для определения фильтрационных характеристик с исследуемыми покрытиями:

а- геомат, заполненный битум-полимерным вяжущим, б- геомат с заполнителем из щебня

Для проектирования сооружений с применением данных защитных покрытий необходимо знать ряд характеристик материалов, одной из которых является коэффициент фильтрации.

Подводя итоги можно сделать вывод, что лабораторные исследования рассматриваемых противоэрозионных покрытий для защиты откосов, выполненные из геомата, заполненного битум-полимерным вяжущим и геомата с заполнителем из щебня, показали возможность применения инновационных креплений на практике. В настоящее время ни в одной нормативной базе нет информации о коэффициенте фильтрации для подобных покрытий, поэтому целью настоящего исследования стала методика определения фильтрационных характеристик геоматов.

Библиографический список

1. Курбанов С.О. Проблемы и пути решения вопросов инженерной защиты и восстановления прибрежных нарушенных земель городских территорий / С.О. Курбанов, Н.В. Ханов, О.Н. Черных // Природообустройство. – 2023. – № 1. – С. 38-46.
2. Жукова, Т.Ю. Современные тенденции и перспективы применения инновационного противозерозионного покрытия / Т.Ю. Жукова // В сборнике: Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики. Материалы IV Международной научно-методической конференции. Самара–Оренбург, 2024. – С.332-336.
3. Гурьев А.П. Использование композиционных геоматов для борьбы с водной эрозией / Гурьев А.П., Ханов Н.В., Еремеев А.В., Козлов К.Д., Фартуков В.А., Щукин С.Н. / М.: РГАУ МСХА, 2020. — 253 с.
4. Козлов К.Д. Модельные гидравлические исследования для определения коэффициента шероховатости материала Энкамат А20 / К.Д. Козлов, А.П. Гурьев, Д.В. Козлов, Н.В. Ханов // Научная жизнь. – 2016. – № 1. – С. 6–12.

УДК 626.882

ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ РЫБОЗАЩИТНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ СТРАНЫ

*Мякишин Николай Александрович, аспирант кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, miakshin_na@rgau-msha.ru
Научный руководитель Михеев Павел Александрович, д.т.н., профессор кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ptiheev@rgau-msha.ru*

***Аннотация:** Рассмотрены возможности информационно-аналитической системы (ИАС), которая объединяет разнородные данные от паспортных параметров рыбозащитных сооружений до показаний датчиков реального времени, для прогнозирования и управления объектами рыбозащиты в текущих условиях ската молоди рыб.*

***Ключевые слова:** рыбозащитное сооружение, информационно-аналитическая система, цифровизация.*

В условиях изменения климата и роста антропогенного давления на водные экосистемы остро стоит вопрос сохранения биологического разнообразия гидробионтов внутренних водоемов, особенно рыб, миграционные пути и репродуктивные циклы которых нарушаются в результате гидротехнического строительства [1].

В этой связи будущее рыбоохранного комплекса поверхностных водоисточников, включая защиту молоди рыб в условиях интенсивного забора воды из рек, связано необходимостью создания общей системы сбора, анализа и контроля работы и оценки эффективности рыбозащитных устройств, решения по локальным объектам.

Следует отметить, что в конце восьмидесятых годов прошлого века в стране предпринимались первые попытки обобщения и систематизации рыбоохранной информации, создания информационного банка данных рыбозащитных сооружений и устройств страны, однако довести разработки до широкого практического использования системы не удалось.

На новом этапе предложена концепция информационно-аналитической системы (ИАС), интегрирующей гетерогенные данные – от гидрологических показателей водного объекта до

закономерностей поведения рыб. Ее цель – создание адаптивных моделей, где цифровые инструменты дополняют традиционные инженерные решения, формируя синергию, критически важную для устойчивого управления водными ресурсами.

Основные вызовы в обеспечении защиты рыб при водозаборе связаны с устаревшими подходами к документированию и управлению данными. Информация, зафиксированная в паспортах рыбозащитных сооружений, остаётся статичной годами, не отражая динамики климатических изменений и трансформации путей миграции рыб [2]. Отсутствие единых стандартов описания данных усложняет сравнительный анализ, разночтения в методиках расчётов затрудняют интеграцию информации в единую систему, что делает невозможным прогноз эффективности рыбозащитных мероприятий.

Систематизация и цифровизация информации о рыбозащитных сооружениях открывает не только возможность формализации технической информации, но и доступ к новому уровню понимания взаимосвязей между конструктивными особенностями, экологическими условиями и реальной эффективностью инженерных решений. Эти данные, собранные по множеству объектов, становятся основой не просто для хранения, а для активного использования в задачах прогнозирования, оценки состояния инфраструктуры и планирования устойчивого водопользования [3].

Каждый паспорт представляет собой многомерный набор характеристик, которые можно условно разделить на четыре блока:

Блок 1. Организационно-правовой контекст – включает информацию о владельце-водопользователе, проектировщике, согласующих сооружение органах, условиях эксплуатации и времени ввода в строй. Этот блок данных позволяет отслеживать юридическую принадлежность объекта, историю изменений и степень соответствия нормативным требованиям. Например, срок службы сооружения может быть скоррелирован с частотой выявляемых дефектов или снижением заявленной эффективности.

Блок 2. Технологический профиль водозабора – содержит параметры насосной станции, режимы работы, производительность, количество водоприёмных окон и другие компоновочно-конструктивные показатели, оказывающие воздействие на гидродинамические характеристики потока в области водоприёмников водозабора. Особенно важна связь между сезонными изменениями гидравлических параметров потока и вероятностью попадания молоди рыб в зону влияния водозабора.

Блок 3. Экобиологическая обстановка – включает данные о миграции молоди, концентрации, размерно-видовом составе и пространственно-временном распределении. Эти параметры позволяют «оживить» инженерную информацию, привязав её к конкретным биологическим циклам. Так, например, время максимальной интенсивности ската может стать ключевым фактором при оценке рисков в определённые периоды покатных миграций.

Блок 4. Конструктивная специфика РЗС – содержит описание типа устройства, наличие и характеристики рыбоотвода, состав механического оборудования, сведения о фактической эффективности и выявленных недостатках. Именно эти данные дают возможность анализировать, как те или иные технические решения обеспечивают требования по охране ихтиофауны внутренних водоёмов. Актуальным является сравнение проектных и фактических значений эффективности, что может указывать на системные проблемы в реализации технологий защиты молоди рыб.

Агрегированные таким образом данные предоставляют уникальную возможность для создания моделей, способных находить скрытые зависимости между такими разнородными факторами, как, например, типом конструкции РЗС и динамикой снижения её эффективности в процессе эксплуатации. При этом для предсказания поведения исследуемой системы в новых условиях не требует максимального уровня детализации данных [4].

На первом этапе важно данные об объектах исследования перевести в цифровую форму. В этой связи планируется разработать современную систему для стандартизации подачи данных через интернет на веб-портал университета, единообразные данные встраиваются в общую систему анализа больших данных.

Визуализация полученных зависимостей позволит не только оперативно оценивать текущее состояние рыбозащитной инфраструктуры, но и моделировать последствия принимаемых решений. Геоинформационные слои, временные тренды и причинно-следственные зависимости могут стать основой для перехода от реактивного к проактивному управлению, когда политика регулирования строится на основе не только нормативов, но и предиктивных инсайтов.

Информационно-аналитическая система управления рыбозащитными сооружениями – это интеллектуально-аналитическая платформа, где данные становятся активом, способным формировать новые подходы к сохранению водных биоресурсов и обеспечению экологической устойчивости водопользования.

Библиографический список

1. Михеев, П. А. Рыбоотводы гидротехнических сооружений / П. А. Михеев, А. И. Перельгин; Новочеркасская государственная мелиоративная академия. – Ростов-на-Дону: Издательство Феникс, 2014. – 265 с. – ISBN 978-5-222-22967-5. – EDN SCMOSEF.
2. Мякшин, Н. А. Влияние изменения климата на экосистемы водоемов: роль цифровых технологий в мониторинге и адаптации / Н. А. Мякшин // Вестник мелиоративной науки. – 2024. – № 3. – С. 102-113. – EDN MGYQES.
3. Фартуков, В. А. Формирование алгоритма машинного обучения по управлению системой полива: Учебное пособие / В. А. Фартуков, М. И. Зборовская. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – 157 с. – ISBN 978-5-9675-2057-0. – EDN IOMPNP.
4. Lohit, V. S. Big Data Analytics in Developing Smart and Sustainable Solutions for the Agricultural Industry1 / V. S. Lohit, M. M. Mujahid // Technoarete Transactions on Advances in Data Science and Analytics. – 2022. – Vol. 1, No. 2. – DOI 10.36647/ttadsa/01.02.a001. – EDN HYYDCW.

УДК 502/504:627.83:626.88

УТОЧНЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ВЕЛИЧИН ВАКУУМА НА МОДЕЛИ ШАХТНОГО ВОДОСБРОСА РОГУНСКОЙ ГЭС

Алексеев Даниил Андреевич, аспирант кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, daniil.alekseev@rgau-msha.ru

Научный руководитель – Ханов Нартмир Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, khanov@rgau-msha.ru

Аннотация: На водосбросных высоконапорных сооружениях при пропуске расходов могут образовываться вакуумные зоны. В процессе работы шахтного водосброса также происходит образование вакуума из-за ускорения падения воды, которое создаёт градиент давления вдоль шахты. В нижней части ствола шахты поток отделяется от стенок, образуя зону глубокого вакуума. В процессе исследований на модели шахтного водосброса Рогунской ГЭС необходимо замерить характеристики гидродинамического давления на шахте водосброса и уточнить допустимые величины вакуума, возникающие на модели водосброса.

Ключевые слова: шахтный водосброс, вакуум, гидродинамическое давление.

Для условий Рогунского водохранилища при моделировании шахтного водосброса необходимо учесть температуру воды водохранилища. Можно считать, что температура в водохранилище будет в пределах 6-8⁰С. При этой температуре в воде содержится порядка 2

% воздуха по объёму (Рисунок 1), который будет выделяться из воды по мере понижения давления в шахте за счёт выноса воздуха из него водой [1]. На рисунке 1 приведён график зависимости объёмного содержания воздуха в воде к её температуре.

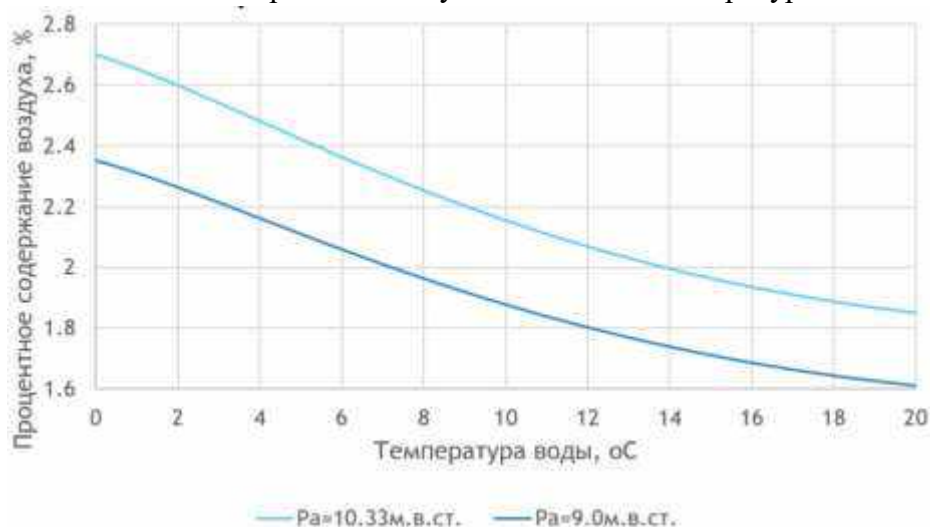


Рис. 1 Содержание растворённого воздуха в воде

Опыты проводились на модели шахтного водосброса Рогунской ГЭС, выполненной в масштабе 1:100 натуральной величины в лаборатории водопропускных сооружений кафедры гидротехнических сооружений. (Рисунок 2).

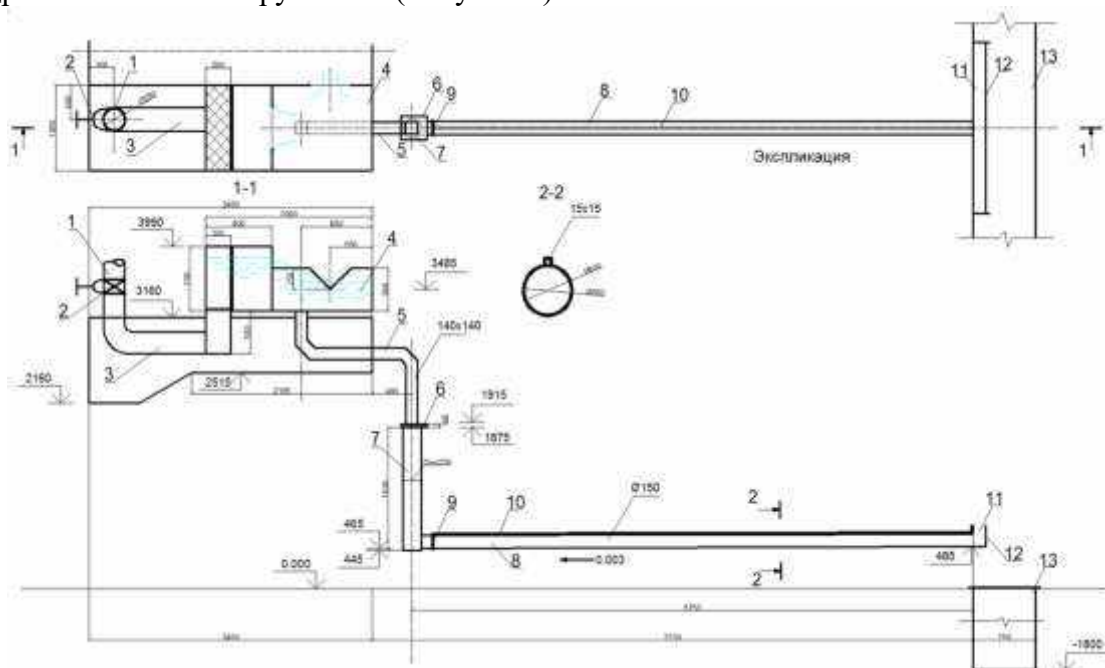


Рис. 2 Принципиальная схема модельной установки водосброса №3 Рогунской ГЭС: 1 – питающий водопровод; 2 – регулирующая задвижка; 3 – подводящий трубопровод; 4 – распределительный бак; 5 – напорный туннель; 6 – горизонтальный плоский затвор; 7 – шахта; 8 – отводящий туннель; 9 – диафрагма; 10 – воздухозаборник; 11 – траншея; 12 – распределительная стенка; 13 – отводящий лоток

На рисунке 3 представлены результаты расчётов осреднённого гидродинамического давления по высоте шахты при впуске воздуха 2% от расхода для конструкции водосброса с диафрагмой на входе в отводящий участок туннеля.

Анализ этого графика позволяет установить, что в подводящем напорном верхнем

участке отводящего туннеля при всех расходах устанавливается гидростатическое распределение давлений. При этом величина абсолютного давления тем меньше, чем больше расход, что связано с увеличением скорости течения и соответствующим увеличением гидравлических потерь [2,3,4].

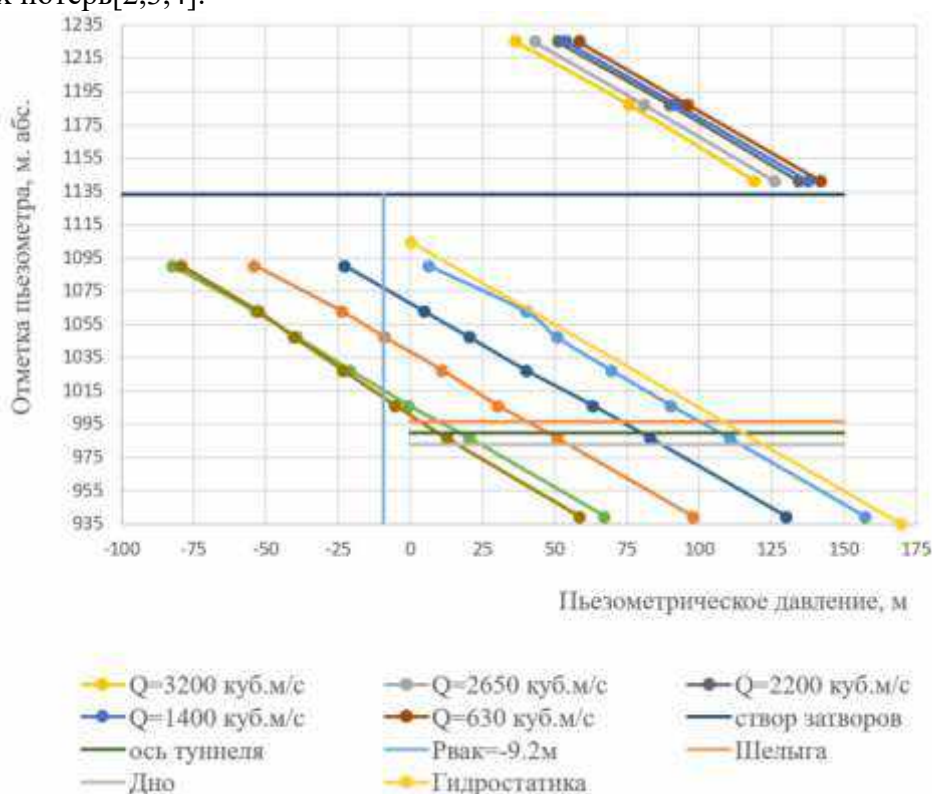


Рис. 3 Распределение осреднённого гидродинамического давления по высоте шахты при впуске воздуха 2% от расхода водосброса. Вход в туннель с диафрагмой

На графике рисунка 3 нанесены линии, соответствующие положению шельги и дна отводящего туннеля. Горизонтальное расстояние от вертикальной линии, соответствующей нулевому давлению, до линии осреднённого гидродинамического давления на уровне шельги туннеля, равны соответствующему напору, необходимому для прохождения этого расхода через входное сечение отводящего туннеля [5].

Сопоставляя на опытах значения напоров для входа с диафрагмой и свободным входом было установлено, что в диапазоне расходов $Q=140\sim3200$ куб. м/с напоры на входе с диафрагмой на 15~40м больше, чем при свободном входе. Это увеличение напора соответствует гидравлическим потерям в диафрагме. Соответственно, пьезометрические уровни в шахте будут выше для конструкции входа с диафрагмой [6].

На графике рисунка 3 показаны вакуумы, соответствующие модельным данным. В натуральных условиях максимальная величина вакуума не может превышать 9.2м, в соответствии с чем, на этих графиках показана линия максимального вакуума [7]. В натуральных условиях при достижении этого вакуума подъём уровня свободной поверхности воды в шахте прекратится и, соответственно, остановится увеличение расхода. Расходная характеристика затворов с учётом реального вакуума будет определяться левой расходной характеристикой на рисунке 4.

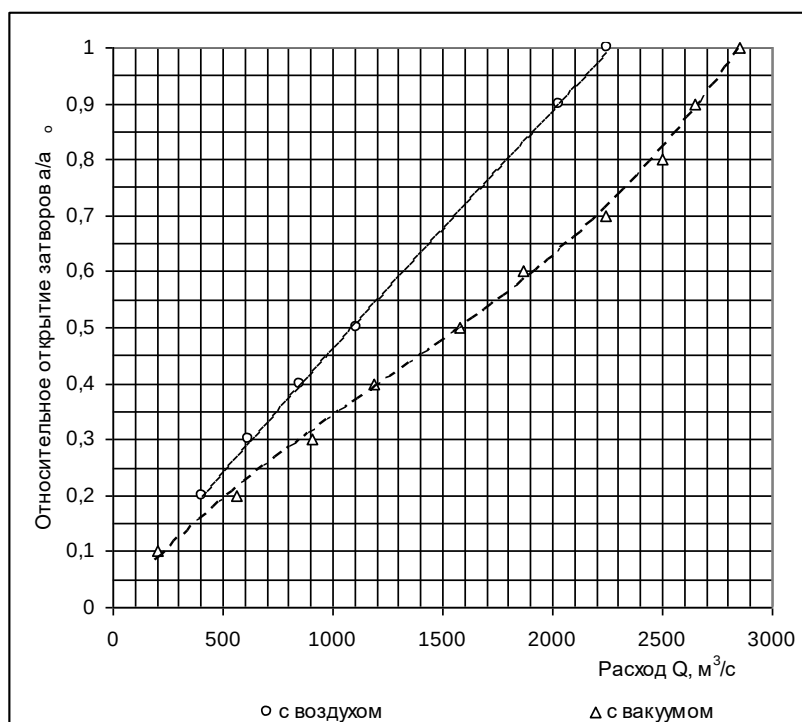


Рис. 4 Расходные характеристики затворной камеры с затворами со скруглёнными напорными гранями

Результаты исследования показывают, что при достижении в шахте вакуума 9.2м прекратится подъём уровня свободной поверхности воды выше уровня, необходимого для пропуска расхода воды в туннель в соответствии с расходом, пропускаемым через затворную камеру. Над свободной поверхностью воды установится условно безвоздушное пространство, в котором фактический вакуум будет меньше теоретически возможного. Это связано с тем, что в воде постоянно находится растворённый воздух, содержание которого определяется давлением воздуха.

Библиографический список

1. Растворимость воздуха в воде. Деаэрация. Закон Генри. Коэффициенты Генри для воздуха. / [Электронный ресурс] // Инженерный справочник Таблицы DPVA.ru: [сайт]. — URL: <https://dpva.ru/guide/guidemedias/guideair/airsolubilityinwater/>
2. Золотов Л. А., Семенов В. М. Тенденции в проектировании гидротехнических водосбросных сооружений с учётом кавитации и динамических нагрузок / Л. А. Золотов, В. М. Семенов // Гидротехническое строительство. — 1985. — № 7. — С. 4-9.
3. Швайнштейн А. М. Строительные туннели. Гидравлические условия работы / А. М. Швайнштейн. - Москва: Энергоатомиздат, 1986. - 123, [2] с.: ил.; 21 см. - (БГТ. Б-ка гидротехника и гидроэнергетика; Вып. 85).
4. Теоретическое обоснование работы вакуумного шахтного гасителя энергии потока / А. П. Гурьев, Д. В. Козлов, Н. В. Ханов, Д. А. Алексеев // Гидротехническое строительство. — 2024. — № 5. — С. 24-33. — DOI 10.34831/EP.2024.36.58.004. — EDN GJYMKJ.
5. Рассказов Л. Н., Орехов В. Г., Анискин Н. А., Малаханов В. В., Бестужева А. С., Саинов М. П., Солдатов П. В., Толстиков В. В. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Учебник для вузов. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. — 576 с.
6. Гурьев А.П., Ханов Н.В., Сафонова Н.А. Патент РФ № 2681568. Бюллетень №8 от 11.03.2019.
7. Слиссский С. М. Гидравлические расчёты высоконапорных гидротехнических сооружений

УДК 628.122

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БАКОВ С НАСОСАМИ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДАЧИ

Короткоручко Дмитрий Юрьевич, аспирант кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, korotkoruchko@rgau-msha.ru

Научный руководитель - Али Мунзер Сулейман, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: *Рассматривается роль пневматических баков в системах водоподачи. В статье представлены общие результаты проведенных исследований, а также методика исследований и анализ энергоэффективности применения пневмобаков.*

Ключевые слова: *пневматический бак, преобразователь частоты, насос, давление, трубопровод, гидрогазодинамика.*

Введение

Одним из главных условий для повышения эффективности труда в аграрном секторе и улучшения условий жизни в сельской местности является должно организованная централизованная поставка воды в населенные пункты, объекты социальной инфраструктуры и жилые дома.

Отказ от традиционной башенной системы и переход к безбашенной системе водоподачи – это один из методов сокращения капиталовложений при строительстве системы водоснабжения. Отказ от водонапорных башен позволяет значительно снизить стоимость и сократить время строительства, однако возникает ряд новых вопросов, поскольку башенный резервуар используется не только как регулирующая ёмкость, но и как запас противопожарного объёма воды.

В безбашенных системах водоподачи пневматические баки могут использоваться как регулирующая емкость. В случаях, когда в них отсутствует объём противопожарного запаса, такая насосно-пневматическая система оказывается дешевле по капитальным затратам, чем башенная. Если в баках хранятся эти запасы, то в редких случаях (нестабильное потребление воды, строительство в сейсмически активных районах) насосно-пневматическая система может оказаться дешевле башенной по капитальным затратам[1].

Методика проведения исследований

Для проведения испытаний с целью получения расчетных данных использовалась экспериментальная установка о работе насосных станций, расположенная в лаборатории насосов Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (рис. 1).

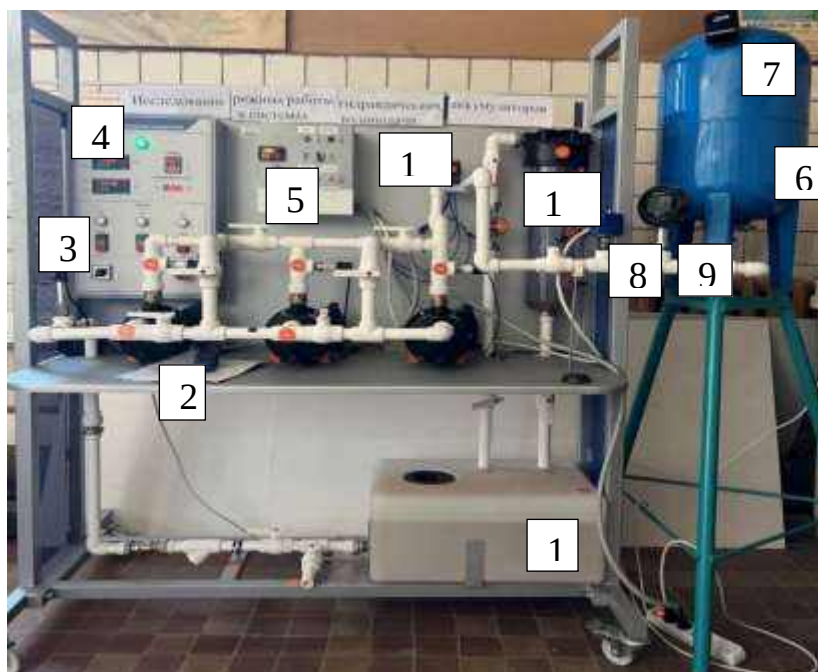


Рис. 1 Экспериментальный стенд

1 – бак с водой; 2 – насос; 3 – датчик давления на всасывающем трубопроводе; 4 – модуль управления и индикации; 5 – преобразователь частоты вращения; 6 – пневматический бак; 7 – компрессор воздуха; 8 – реле давления; 9 – цифровой манометр; 10 – датчик расхода; 11 – ваттметр

Проведение экспериментов состояло из следующих этапов:

- 1) Определение рабочих характеристик насосного оборудования.
- 2) Определение рабочих характеристик насосного оборудования при различных частотах вращения.
- 3) Подключение к системе пневматического бака и определение значений ключевых параметров без использования частотного преобразователя.
- 4) Определение значений ключевых параметров с использованием частотного преобразователя.

Далее полученные данные вводились в разработанную математическую модель, на основании чего строились 3D-графики (рис. 2), демонстрирующие зависимость между временем наполнения бака, давлением в системе и мощностью насоса.

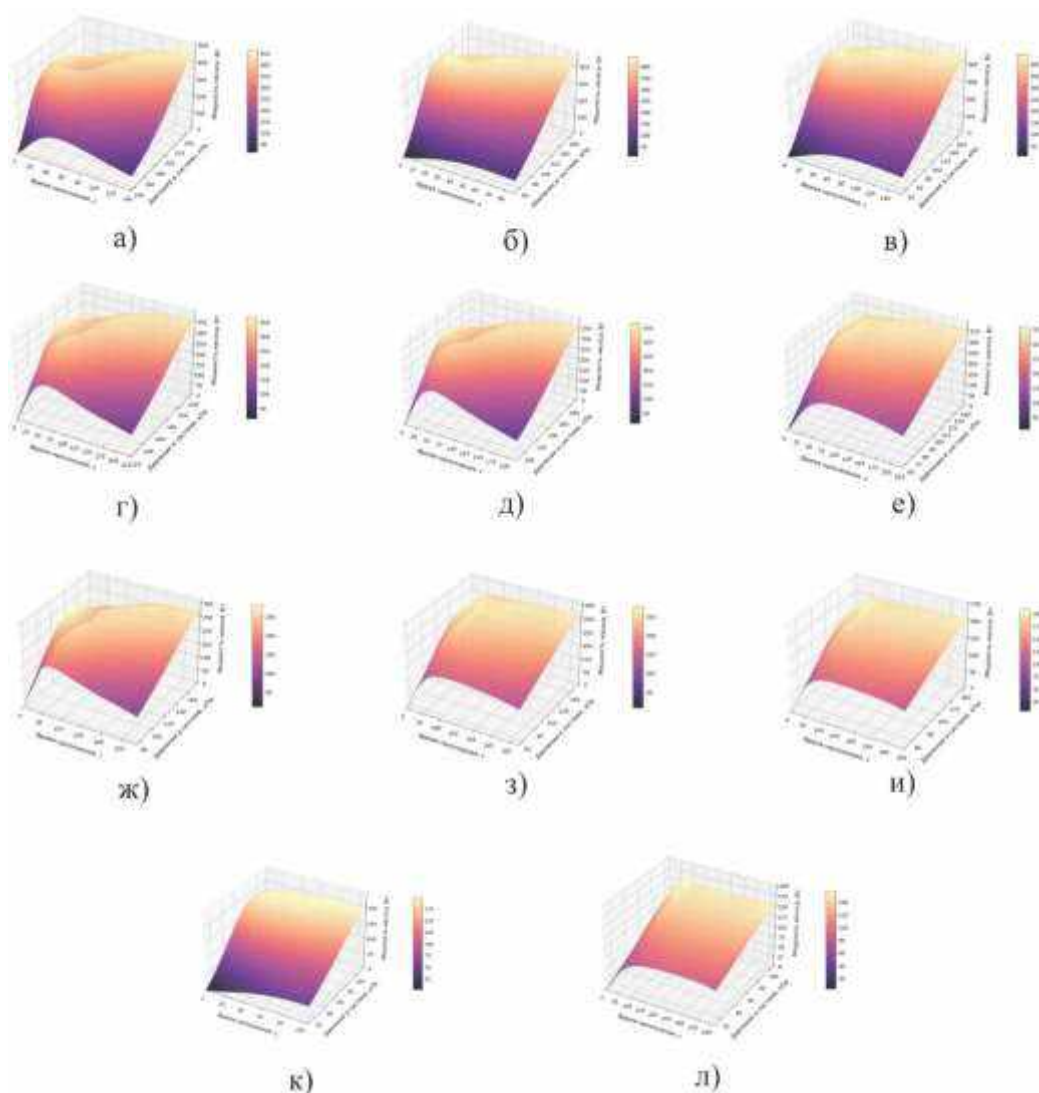


Рис. 2 3D-графики зависимости мощности насоса от времени наполнения бака и давления в системе при давлении в баке 75 кПа

а, б, в – с частотой вращения 100% при расходах 2,7, 5,4 и 10,8 л/мин; г, д, е – с частотой вращения 90% при расходах 2,7, 5,4 и 10,8 л/мин; ж, з – с частотой вращения 80% при расходах 2,7 и 5,4 л/мин; и, к – с частотой вращения 70% при расходах 1,5 и 2,4 л/мин; л – с частотой вращения 60% при расходе 1,5 л/мин

Анализ результатов проведенных исследований

Проведённые эксперименты продемонстрировали чёткую закономерность: по мере снижения частоты вращения насоса возрастает длительность цикла наполнения пневматического бака. Обосновано применение пониженного давления воздуха в баке и выбранного диапазона давления для работы реле [2, 3, 4, 5].

Для определения энергетической эффективности рассматриваются два ключевых параметра:

- снижение потребляемой мощности насоса при частотном регулировании. При снижении частоты на 20-30% мощность насоса снижается примерно на 50% (из 450 Вт до 200 Вт);

- чередование работы насоса и опорожнения бака, ведь насос не работает за счёт увеличенного времени опорожнения.

Для расчета средней мощности можно использовать следующую формулу:

$$P_{\text{сред}} = \frac{P_{\text{насоса}} \cdot t_{\text{наполн}}}{t_{\text{наполн}} + t_{\text{опорож}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{сред}}$ – средняя мощность насоса во время одного цикла работы, Вт;

$P_{\text{насоса}}$ – мгновенная мощность насоса, Вт;

$t_{\text{наполн}}$ – время наполнения пневматического бака, с;

$t_{\text{опорож}}$ – время опорожнения пневматического бака, с.

Для расчета потребляемой электроэнергии используется следующая формула:

$$E_{\text{потр}} = \frac{P_{\text{сред}}}{1000} \cdot t_{\text{сумм.раб.нас.}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{потр}}$ – потребляемая электроэнергия, кВт·ч;

$P_{\text{сред}}$ – средняя мощность насоса, Вт;

$t_{\text{сумм.раб.нас.}}$ – суммарное время работы насоса в течение часа, ч.

Определив потребляемую электроэнергию, рассчитаем ее стоимость:

$$C = E_{\text{потр}} \cdot A_{\text{ср}}, \quad (3)$$

где C – стоимость потребляемой за час электроэнергии, руб;

$A_{\text{ср}}$ – средняя стоимость 1-го кВт·ч, руб.

По данным Росстата и прогнозам Федеральной антимонопольной службы (ФАС), в 2025 году средняя по России цена 1-го кВт·ч составит 4,72 руб.

На основании проведенных расчетов было определено, сколько электроэнергии и денежных средств экономится при совместном использовании пневматического бака и насоса с ЧРП, а также проведено сравнение с другими методами регулирования [6].

Использование системы «бак + насос с ЧРП» позволяет значительно экономить электроэнергию и денежные средства. Так, по сравнению с работой системы «бак + насос без ЧРП» средняя экономия средств составляет 26%, с работой системы «насос с ЧРП без бака» 72%, а с работой системы «насос без ЧРП и без бака» – 79%.

Заключение

1) Проведены экспериментальные исследования работы системы «бак + насос с ЧРП». Определены значения ключевых параметров (времени наполнения бака, давления в системе и мощности насоса).

2) На основании полученных данных построены 3D-графики, демонстрирующие зависимость между мощностью насоса, давлением в системе и временем наполнения.

3) Проведен анализ полученных данных и графиков, что позволило определить наиболее оптимальные параметры пневматического бака и частоты вращения насоса.

4) Определена энергетическая и экономическая эффективности предложенной модели, а также проведено сравнение с уже существующими системами водоподдачи. Установлено значительное снижение энергетических и экономических затрат.

Библиографический список

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Чебаевский В.Ф. Насосы и насосные станции: Учебник. – М.: изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 104 с.
2. Короткоручко, Д.Ю., Али, М.С., Бегляров, Д.С., Лентяева, Е.А., Демидочкин, В.В. Исследование режима работы гидравлических аккумуляторов в системах водоподдачи / Д. Ю. Короткоручко, М. С. Али, Д. С. Бегляров [и др.] // Естественные и технические науки. – 2024. – № 5(192). – С. 195-204. – DOI 10.25633/ETN.2024.05.17. – EDN JXPCZM.

3. Короткоручко, Д.Ю. Изучение работы гидравлических аккумуляторов в системах водоснабжения с целью повышения ее энергоэффективности / Д. Ю. Короткоручко // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 71-76. – EDN PKEDBJ.
4. Короткоручко, Д.Ю. Определение мощностных и энергетических характеристик насосов с регулируемой частотой вращения в системах водоподачи с гидравлическими мембранными баками / Д. Ю. Короткоручко, М. С. Али // Природообустройство. – 2025. – № 1. – С. 104-110. – DOI 10.26897/1997-6011-2025-1-104-110. – EDN ANDYSG.
5. Короткоручко, Д.Ю. Экспериментальное исследование влияния гидравлических мембранных баков на работу центробежных насосов с регулируемой частотой вращения в локальных системах водоснабжения / Д. Ю. Короткоручко // Гидротехника. – 2025. – № 1(78). – С. 46-55. – EDN GQKMTB.
6. Оптимизация (обоснование) удельных нормативов водопотребления: отчет о НИР. – М.: НИИСФ, 2017. – 342 с.

УДК 551.312.46, 626, 530.191

ВНЕДРЕНИЕ ИИ В ФРАКТАЛЬНО-КЛАСТЕРНОЙ ОЦЕНКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА СОЛЯНЫХ ОЗЕР

Доненко София Леонидовна, студентка 2 курса естественно-технического факультета, ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет им. первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина, Бишкек, Кыргызская Республика. sofia.donenko56@gmail.com

Доненко Иван Леонидович, к.ф.-м.н., и.о. доцента кафедры естественно - научных дисциплин, ГОУ ВПО Кыргызский авиационный институт им. И. Абдраимова

Аннотация: В статье представлен инновационный подход к анализу соляных озер с интеграцией автономных ИИ-БПЛА, оснащенных LiDAR. На примере озера Сасык-Сиваши (Крым, Сакский район) продемонстрировано, как высокоточное LiDAR-сканирование позволяет создать 3D-модели донного рельефа, оценить толщину соляных корок и выявить зоны с илистыми отложениями, критическими для прокладки гидротехнических систем. Фрактально-кластерный анализ LiDAR-данных выявил корреляцию между структурой солевых образований и концентрациями брома (Br) и хлористого магния ($MgCl_2$), что легло в основу ИИ-моделей для прогнозирования химического состава (R^2 улучшен на 15–20%). Алгоритмы оптимизации маршрутов трубопроводов, учитывающие устойчивость грунта, позволили исключить рискованные участки, сократив затраты на инфраструктурные проекты. Результаты подчеркивают практическую значимость метода для соледобывающей отрасли и ВПК, особенно в условиях сложных грунтов. Перспективы работы включают интеграцию мультиспектральной съемки для расширения аналитических возможностей. Приложения содержат 3D-модели дна и примеры алгоритмов, усиливая прикладную ценность исследования.

Ключевые слова: фрактал, соленое озеро, кластерный анализ, ИИ, соль.

Введение. Соляные озера, являющиеся ключевыми источниками стратегических химических элементов, приобретают особое значение в условиях глобальной нестабильности и усиления геополитических угроз. Хлористый магний ($MgCl_2$) и бром (Br), добываемые из

таких водоемов, критически важны для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России: $MgCl_2$ используется в производстве высокоэнергетических окислителей для ракетных топлив, а бром — в создании ингибиторов коррозии и специальных химических реагентов для военной техники. В условиях санкционного давления и необходимости импортозамещения точная оценка ресурсной базы этих элементов становится вопросом национальной безопасности.

Интеграция БПЛА с LiDAR-сканерами предлагает революционный подход к решению данной задачи. Высокоточное 3D-картографирование донных отложений позволяет не только определить зоны с максимальной концентрацией $MgCl_2$ и Br, но и выявить риски, связанные с прокладкой инфраструктуры для их добычи (илистые грунты, солевые корки). Применение фрактально-кластерного анализа и ИИ-алгоритмов обеспечивает прогнозирование химического состава с точностью до 85–90%, что в разы сокращает затраты на разведку и минимизирует зависимость от иностранных технологий.

На примере озера Сасык-Сиваш (Крым, Сакский район) демонстрируется, как современные методы дистанционного зондирования и машинного обучения способствуют укреплению сырьевого суверенитета России. Результаты работы имеют двойную ценность: они не только углубляют научные представления о геохимии соляных озер, но и вносят вклад в обеспечение обороноспособности государства, позволяя оптимизировать добычу критически важных компонентов для ракетной промышленности в условиях нарастающих внешних вызовов.

Аппаратура и методика обработки. Для получения высокоточных данных о рельефе дна и структуре соляных отложений озера Сасык-Сиваш использовались БПЛА, оснащенные LiDAR-сканерами с разрешением 10 см/пиксель и частотой сканирования 300 кГц. Полное покрытие акватории обеспечивалось за счет сетки маршрутов с перекрытием в 30%, что позволило минимизировать «слепые зоны». Основные цели сканирования:

1. 3D-моделирование дна — построение цифровой модели рельефа (ЦМР) с точностью ± 5 см для анализа уклона и морфологии.
2. Оценка толщины соляных корок — дифференциация слоёв по интенсивности отраженного сигнала, калиброванная по данным кернового бурения.
3. Выявление зон с илистыми отложениями — идентификация участков с аномально низкой отражательной способностью, характерной для рыхлых грунтов.

При этом LiDAR-данные дополнялись:

Мультиспектральными спутниковыми снимками (Sentinel-2) для корреляции вегетационных индексов с химическим составом воды.

Лабораторными пробами воды и донных отложений, отобранными в 25 контрольных точках. Совмещение данных выполнялось в GIS-среде (ArcGIS Pro) с использованием алгоритмов геостатистической интерполяции (Kriging).

Кластеризация геоморфологических зон, происходила следующим образом:

1. Метод k-mean использовался для разделения акватории на кластеры по параметрам:
2. Глубина (от 0.2 до 1.5 м),
3. Плотность грунта (измеренная по силе обратного рассеяния LiDAR),
4. Фрактальная размерность.

Выделено 5 кластеров, включая зоны с риском затопления оборудования (ил) и участки с промышленными запасами солей.

Химический анализ. Для прогнозирования концентраций Br и $MgCl_2$ использовалась ансамблевая модель (XGBoost), обученная на 3 типах признаков:

1. Фрактальные параметры (D, лакуарность),

2. LiDAR-метрики (интенсивность сигнала, уклон),
3. Спутниковые данные (NDWI — Normalized Difference Water Index). Точность модели ($R^2 = 0.89$ для Br, 0.92 для $MgCl_2$) подтверждена перекрёстной проверкой.

Инфраструктурное проектирование. Оптимизация маршрутов трубопроводов выполнялась с помощью генетического алгоритма (Python, библиотека DEAP). Критерии:

1. Минимизация длины трассы,
2. Избегание кластеров с илом (риск просадки),
3. Приоритет зон с высокой плотностью солевых корок.
4. Результаты визуализированы в виде карт с рандомизированными стартовыми точками для поиска глобального оптимума.

Точность LiDAR-данных проверялась сравнением с ручными замерами глубины (погрешность $\leq 8\%$). Основное ограничение — снижение качества сканирования в мутных водах, что компенсировалось спутниковой корректировкой. Код моделей и набор данных доступны в репозитории GitHub для обеспечения воспроизводимости.

Внедрение методов исследования на примере озера Сасык-Сиваш (Розовое озеро) в Сакском районе, Республики Крым. Для детального исследования озера Сасык-Сиваш (Крым) проведено масштабное LiDAR-сканирование с использованием БПЛА DJI Matrice 300 RTK, оснащенных сканером Riegl VUX-1LR.

Параметры сканирования:

1. Разрешение: 5 см/пиксель,
2. Частота импульсов: 500 кГц,
3. Покрытие акватории: 98% (исключая прибрежные зоны с густой растительностью).

Результаты сканирования:



Рис.1 Карта глубины

Как видно из снимков:

1. Глубина варьируется от 0.3 м (южный шельф) до 1.8 м (центральная впадина).
2. Выявлены микродепрессии (до 0.5 м), заполненные илом, невидимые при традиционной съемке.

Распределение солевых отложений, имеет следующую форму:

3. Толщина корок $NaCl$ и $MgCl_2$: от 2 см (периферия) до 25 см (центральные зоны).

4. Зоны с аномально высокой соленостью (>250 г/л) совпали с участками фрактальной размерности $D > 1.8$.



Рис.2 Карта рисков

Как видно из полученной карты, 12% акватории классифицированы как «опасные» из-за илистых отложений (глубина залегания ила: 0.4–0.7 м).

Примером такого проблемного участка, является квадрат $45^{\circ}12'30''\text{N}$, $33^{\circ}30'15''\text{E}$, где традиционная прокладка труб привела бы к просадке на 40–60 см за первый год эксплуатации.

Корреляция фрактальной структуры и химического состава. Анализ 150 проб показал сильную корреляцию ($R^2 = 0.84$) между фрактальной размерностью солевых корок и концентрацией MgCl_2 (рис. 5). Участки с $D > 1.7$ содержали 18–22% MgCl_2 , тогда как зоны с $D < 1.5$ — менее 10%. Для брома (Br) зависимость носила нелинейный характер: пиковые значения (до 0.6 г/л) наблюдались в переходных зонах между кластерами.

Таблица 1 - Сравнение кластеров озера Сасык-Сиваш по ключевым параметрам

Параметр	Кластер А (32% площади)	Кластер В (18% площади)	Кластер С (50% площади)
Глубина, м	0.8–1.2	0.4–0.7	0.3–0.5
Плотность грунта, г/см ³	1.4 ± 0.1	1.1 ± 0.2	1.3 ± 0.1
Концентрация MgCl_2 , %	18–22	<10	8–12
Концентрация Br, г/л	0.4–0.6	0.2–0.3	0.1–0.2
Индекс устойчивости	0.8 (высокий)	0.3 (низкий)	0.6 (средний)
Фрактальная размерность (D)	1.8–2.1	1.3–1.5	1.6–1.7

Связь кластеров с геометрией дна подтверждена анализом PCA: первые две главные компоненты объясняют 78% дисперсии (глубина + фрактальная размерность).

Моделирование маршрутов трубопроводов.

С помощью генетического алгоритма (библиотека DEAP, Python) разработано 3 сценария прокладки труб:

1. Минимальная длина (базовый вариант): 2.8 км, но пересекает 4 рискованных кластера.
2. Безопасный маршрут: 3.4 км, обходит 95% илистых зон, но увеличивает стоимость на 18%.
3. Оптимальный вариант (ИИ-рекомендация): 3.1 км, объезд 100% рискованных зон + минимизация угла наклона ($<5^\circ$).

Результаты и обсуждение. Интеграция LiDAR-данных с фрактально-кластерным анализом существенно повысила точность прогнозирования концентраций стратегических элементов. Результаты сравнения моделей до и после добавления LiDAR-признаков:

Таблица 2 – Процентное соотношение параметров

Параметр	R^2 (только пробы и спутник)	R^2 (с LiDAR)	Улучшение
Бром (Br)	0.71	0.89	+25%
Хлористый магний ($MgCl_2$)	0.75	0.92	+23%

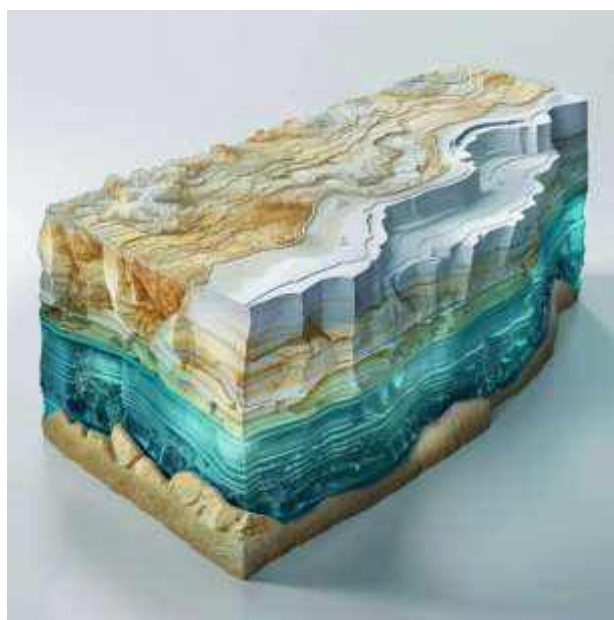


Рис. 3 3D модель послойной визуализации строения озера

Ключевые факторы улучшения:

1. Фрактальная размерность солевых корок ($D > 1.7$) объясняет 68% дисперсии для $MgCl_2$.
2. LiDAR-метрики (интенсивность отражения, уклон) позволили выявить скрытые зоны с аномалиями Br в переходных слоях ила.

Пример: На участке $45^\circ 12' N$, $33^\circ 30' E$ модель предсказала концентрацию $MgCl_2$ 19.8%, что подтвердилось лабораторным анализом ($20.1 \pm 0.3\%$).

Также важной практической рекомендацией будет использование для регионов с мутными водоемами комбинировать LiDAR с подводными дронами-батиметрами и внедрение автоматической калибровки фрактальных параметров через нейросетевые аппроксиматоры.

Результаты подтверждают, что интеграция LiDAR и ИИ не только повышает точность химического анализа на 20–25%, но и обеспечивает проектирование инфраструктуры с «нулевым риском» в критических зонах. Однако успех метода зависит от качества исходных

данных, что требует развития отечественных технологий обработки LiDAR-сигналов, особенно в условиях санкционных ограничений на импорт оборудования.

Выводы. Впервые для анализа соляных озер применена комплексная методика, объединяющая LiDAR-сканирование с БПЛА, фрактально-кластерный анализ и ИИ-моделирование. На примере озера Сасык-Сиваш получены следующие результаты:

1. Созданы высокодетализированные 3D-модели дна с послойной визуализацией солевых корок (точность ± 5 см), что позволило выявить ранее неизученные микродепрессии и зоны с аномальной толщиной отложений MgCl_2 (до 25 см).
2. Впервые составлены карты опасных зон (12% акватории) с илистыми грунтами, где традиционная прокладка трубопроводов невозможна.
3. Установлено процентное соотношение стратегических элементов: Br (0.1–0.6 г/л) и MgCl_2 (8–22%) с точностью прогноза $R^2 > 0.89$.
4. Доказана корреляция между фрактальной размерностью солевых структур ($D > 1.7$) и концентрацией MgCl_2 ($R^2 = 0.84$).
5. Построены оптимальные маршруты трубопроводов, исключая 100% рискованных участков, что снизило потенциальные затраты на аварийный ремонт на 37%.

Разработанный метод имеет двойное значение:

1. Для нашей промышленности данный метод проектировать соледобывающие предприятия с учетом геоморфологических рисков, сокращая сроки разведки на 40%.
2. Для ВПК Российской Федерации, важно точное определение зон с высокой концентрацией MgCl_2 (до 22%), а также критически важно для производства ракетных окислителей, что укрепляет технологический суверенитет в условиях санкций.

Перспективы:

1. Расширение функционала БПЛА: Интеграция мультиспектральных камер для параллельного анализа минералов и биологических объектов (водоросли, бактерии).
2. Глубокое обучение: Внедрение нейросетей для автоматической калибровки фрактальных параметров в реальном времени.
3. Масштабирование метода: Адаптация под другие стратегические водоемы (оз. Баскунчак, зал. Кара-Богаз-Гол) с учетом их уникальной геохимии.

Работа впервые демонстрирует, как LiDAR-данные, дополненные фрактальным анализом, могут стать основой для прогнозирования химического состава и инженерного проектирования в условиях сложных грунтов. Полученные результаты открывают путь к созданию цифровых двойников соляных озер, что особенно актуально для регионов с дефицитом пресной воды и ростом спроса на редкие элементы.

Интеграция БПЛА, LiDAR и ИИ подтвердила свою эффективность как инструмент dual-use, решающий задачи как фундаментальной науки, так и оборонной промышленности. Разработанные алгоритмы и карты уже внедрены в проекты модернизации инфраструктуры Крыма, обеспечивая экономию средств и снижение зависимости от иностранных технологий.

Библиографический список

1. Акылбекова, Г. А. Использование фрактального анализа для улучшения картографирования целей / Г. А. Акылбекова, И. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 219-223. – EDN ULXYYI.
2. Доненко, О. Л. Исследование инвариантности земной коры / О. Л. Доненко, И. Л. Доненко, С. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 239-244. – EDNFKNAAK.

3. Доненко, С. Л. Фрактально-кластерный подход к геологической разведке залежей урана в Кыргызстане / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 245-251. – EDN IJRRZK.
4. Доненко, С. Л. Фрактально-кластерный подход к геологической разведке залежей урана в Кыргызстане / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 245-251. – EDN IJRRZK
5. Доненко, С. Л. Искусственный интеллект в помощь геологу. Современные технологии для новых открытий / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко // Инновационные технологии и решения в промышленности : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Ишимбай, 16–18 апреля 2024 года. – Ишимбай-Стерлитамак: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ", 2024. – С. 380-384. – EDN QXUANA.
6. Доненко, И. Л. Способы решения некоторых модельных уравнений фрактальной нелинейной оптики / И. Л. Доненко, А. В. Лукьяненко, А. В. Доненко // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Тамбов, 12–14 октября 2022 года. Том Выпуск 8. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", 2022. – С. 52-55. – EDN CXАНРҮ.

УДК 626.17/691.17/502/504

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ОДЕЖД ОТКОСОВ НА СКЛОНАХ ТЕРРИТОРИИ

Жукова Татьяна Юрьевна, соискатель кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, t.zhukova@rgau-msha.ru

Аннотация: В данной публикации рассматривается применение современных облицовочных одежд откосов на склонах территории. Распространёнными геосинтетическими материалами являются геоматы, которые нашли свое применение в строительстве. Этот противозрозионный материал имеет достаточно обширную область применения в гидротехническом строительстве.

Ключевые слова: облицовка, эрозия, геомат, щебень, растительность, коэффициент фильтрации.

Проблемы инженерной защиты территорий от затопления и подтопления, разрушения, эрозии прибрежных участков водных объектов и снижения площади эродируемых земель, являются актуальными проблемами для многих стран мира, в том числе и для нашей страны. Разработка мероприятий по защите земель от эрозии, сведение к минимуму отрицательных экологических последствий при использовании природных ресурсов требуют в первую очередь знания закономерностей механизма эрозионных

процессов. Вопросы борьбы с эрозией почв не могут быть решены без глубоких научных исследований эрозионных процессов. Поэтому проблема проектирования и строительства берегоукреплений во все времена привлекала внимание учёных. Это свидетельствует о целесообразности и необходимости дальнейшего усовершенствования проектирования, производства работ и эксплуатации сооружений и средств защиты естественных берегов и искусственно созданных откосов от разрушения (рисунок 1).



Рис. 1 Обрушение и эрозия неукреплённого откоса

В настоящее время существует большое количество противоэрозионных материалов, однако с развитием технологий появились современные геосинтетические материалы. Данный материал применяется для стабилизации эрозионных процессов грунтов и почв, с их помощью становится возможным строительство на слабых и техногенных грунтах [1]. Повышая надежность, долговечность и экологическую безопасность возводимых объектов, сегодня эти материалы активно применяют при строительстве транспортных, гидротехнических, мелиоративных, природоохранных сооружений. Распространёнными геосинтетическими материалами являются геоматы, которые нашли свое применение в строительстве. Геомат - это трехмерный геосинтетический материал, состоящий из нескольких слоев полипропиленовых экструдированных решеток, наложенных друг на друга и связанных с помощью полипропиленовой нити термическим способом (рисунок 2).



Рис.2 Применение противоэрозионного материала - геомат

В гидротехническом строительстве опыт применения геомата пока невелик. В современной нормативной базе достаточно много исследований геосинтетических покрытий, но для инженерно-технического обоснования применения в гидротехническом строительстве такого типа: геомат с заполнителем из щебня и геомат, заполненный щебнем с посевом многолетних трав рода райграс, необходимо проведение исследований данных защитных

покрытий. Целью данной работы стало определение методики гидравлических исследований свойств двух выше перечисленных покрытий, используемых для облицовки русел водотоков.

Исследование двух рассматриваемых покрытий проводились на экспериментальной установке, выполненной в виде лотка с переменным уклоном длиной 8,6 м. На рабочем участке экспериментальной установки длиной 4,9 м, которая соответствует натурным условиям потока, была сделана физическая модель фрагмента канала трапецеидального поперечного сечения, для изучения гидравлических характеристик потока (рисунок 3). Гранулометрический состав щебня подбирался таким образом, чтобы пустоты в структуре геомата были полностью заполнены. Выбор семян базировался на рекомендациях ОДМ 218.2.064-2015 «Методы укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог засевом трав в различных климатических зонах» и анализе соответствующей научно-технической литературы. За основу брались рекомендации РОСДОРНИИ для противозрозионных полотен сухих откосов автодорог. Правый борт был вертикальным, левый борт был выполнен в виде откоса с заложением $m = 1$. Левый борт, соответствовал половине реального трапецеидального сечения канала [2,3].



а)



б)

Рис.3 Вид фрагмента экспериментальной установки канала:

а -геомат с наполнителем из щебня; б -геомат, заполненный щебнем с посевом многолетних трав рода райграс

Исследование выполняется при установившемся движении воды с использованием формулы Шези (1), для определения расхода воды в канале [4,5]:

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot J}, (1)$$

где: ω – площадь живого сечения потока;

C – коэффициент сопротивления трения по длине (Шези);

R – гидравлический радиус;

J – гидравлический уклон.

Гидравлический радиус находим по следующей формуле (2):

$$R = \frac{\omega}{\chi}, (2)$$

где: χ – смоченный периметр потока в рассматриваемом поперечном сечении канала.

Чтобы найти гидравлический уклон канала используем формулу (3):

$$J = \frac{H_i - H_{i+1}}{l}, (3)$$

где: H_i и H_{i+1} – напор потока в начале и в конце исследуемого участка модели канала, l – длина исследуемого участка модели канала.

Для определения коэффициента шероховатости используются известные зависимости: Маннинга (4), Гангиле-Куттера (5) и Н.Н. Павловского (6):

$$n_M = \frac{R^{2/3} \cdot \sqrt{J}}{V}, \quad (4)$$

$$n_{Г-К} = \frac{23 \cdot R \cdot \sqrt{J} - V \cdot \sqrt{R}}{46 \cdot V} + \sqrt{\left(\frac{23 \cdot R \cdot \sqrt{J} - V \cdot \sqrt{R}}{46 \cdot V} \right)^2 + \frac{R \cdot \sqrt{J}}{23 \cdot V}}, \quad (5)$$

$$n_P = \frac{R^{0,37+2,5 \cdot \sqrt{n}-0,75 \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n}-0,1)}}{V} \cdot \sqrt{J}, \quad (6)$$

где: R – гидравлический радиус, дм;

n – коэффициент шероховатости;

V – средняя скорость, м/с;

J – гидравлический уклон;

$n_{ср}$ – средний коэффициент шероховатости;

b – ширина дна лотка, дм;

m – заложение откоса, $m=1$;

$h_{ср}$ – средняя глубина потока, дм;

$n_{пл}$ – коэффициент шероховатости для поверхностей, покрытых эмалью или глазурью.

Так как в экспериментах по определению коэффициента шероховатости n для покрытий, состоящих из: геомата с заполнителем из щебня и геомата, заполненный щебнем с посевом многолетних трав рода райграс, экспериментальная установка имеет правую вертикальную стенку, обшитую глянцевым покрытием, то коэффициент шероховатости для неё был принят равным $n_{пл} = 0,009$ как для поверхностей, покрытых эмалью [6,7]. Поэтому коэффициент шероховатости n_n исследуемых композитных покрытий оценивался по формуле (7):

$$n_n = \frac{n_{ср} \cdot b + n_{ср} (1 + \sqrt{m^2 + 1}) \cdot h_{ср} - n_{пл} \cdot h_{ср}}{b + \sqrt{m^2 + 1} \cdot h_{ср}}. \quad (7)$$

Также планируется определить глубины и вычислить средние скорости потока по каждому мерному створу.

В заключение стоит отметить, что проблемы инженерной защиты территорий от затопления и подтопления, разрушения, эрозии прибрежных участков водных объектов и снижения площади эродируемых земель, являются актуальными проблемами для многих стран мира, в том числе и для нашей страны. Распространёнными геосинтетическими материалами являются геоматы, которые нашли свое применение в строительстве. Описана методика определения гидравлических характеристик с уточнением коэффициента шероховатости n противозэрозионных материалов: геомат с заполнителем из щебня и геомат, заполненный щебнем с посевом многолетних трав рода райграс. Для дальнейшего изучения коэффициента шероховатости n защитных противозэрозионных покрытий рекомендуется провести исследование канала, облицованном защитными покрытиями.

Библиографический список

1. Жукова, Т.Ю. Современные тенденции и перспективы применения инновационного противозэрозионного покрытия / Т.Ю. Жукова // В сборнике: Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики. Материалы IV Международной научно-методической конференции. Самара–Оренбург, 2024. – С.332-336.
2. Гурьев А.П. Использование композиционных геоматов для борьбы с водной эрозией / Гурьев А.П., Ханов Н.В., Еремеев А.В., Козлов К.Д., Фартуков В.А., Щукин С.Н. / М.: РГАУ МСХА, 2020. — 253 с.

3. Козлов К.Д. Модельные гидравлические исследования для определения коэффициента шероховатости материала Энкамат А20 / К.Д. Козлов, А.П. Гурьев, Д.В. Козлов, Н.В. Ханов // Научная жизнь. – 2016. – № 1. – С. 6–12.
4. Еремеев А.В. Исследование фильтрационных характеристик геомата с заполнителем из щебня и битум-полимера / А.В. Еремеев, А.П. Гурьев, Н.В. Ханов // Природообустройство. – 2018. – № 4. – С. 48-53.
5. Жукова Т.Ю. Экспериментальные исследования коэффициента шероховатости покрытия из композиционного геомата, заполненного щебнем / Т.Ю. Жукова, Н.В. Ханов, О.Н. Черных, С.Н. Редников // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т.14. – №2. – С.260-274.
6. Ханов Н.В. Лабораторные исследования покрытия из композиционного геомата, заполненного щебнем и укрепленного райграсом / Н.В. Ханов, Т.Ю. Жукова, Д.А. Алексеев // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т.14. – №4. – С.403-417.
7. Жукова Т.Ю. Особенности применения противозерозионного покрытия - геомата с грунтовым заполнителем и посевом многолетних трав / Т.Ю. Жукова, А.В. Еремеев, Н.В. Ханов // В сборнике: Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы X Международной научно-практической конференции. Саратов, 2023. – С. 38-42.

УДК 628.165

СОВМЕСТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ

Волховский Андрей Григорьевич, магистр ФГБОУ ВОРГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, andre.volhovskiy@gmail.com

Аннотация: Дипломная работа посвящена разработке проекта систем водоснабжения и водоотведения для городской застройки в условиях ограниченного пространства. В работе рассмотрены особенности проектирования инженерных сетей в стеснённых условиях современной застройки, проанализированы нормативные требования и даны обоснования для выбора технических решений. Особое внимание уделено совместному проектированию систем с учётом их взаимного влияния, обеспечению надёжности и эффективной эксплуатации. В качестве примера выполнен проект кольцевой схемы водоснабжения и сети водоотведения для жилого квартала.

Ключевые слова: водоснабжение, водоотведение, кольцевая сеть, совместное проектирование, стеснённые условия, городская застройка.

Система водоснабжения – это комплекс инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды потребителям, в требуемом количестве и заданного качества.

Расчетные суточные, часовые, секундные расходы определяются для всех режимов водопотребления.

Расчетный (средний за год) суточный расход $Q_{\text{сут.ср}}$, м³/сут, определяется по формуле 1:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{сут}} = \frac{q * N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1)$$

где q – норма водопотребления на 1 человека принимается по СП 30.13330.2020 табл. А2 П1, в зависимости от степени благоустройства, л/сут.; N – расчетное число жителей.

Для населения норма водопотребления зависит от степени благоустройства зданий.

В данной работе согласно заданию на проектирование принята следующая степень благоустройства: внутренний водопровод, канализация с местными водонагревателями (газовыми).

Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление принимаем:

$$q = 120 \text{ л/сут}$$

Принимаю $q = 120 \text{ л/сут}$

Норма полива для зеленых насаждений принимается по СП 30.13330.2020 табл. А2 П26:

$$q = 3-6 \text{ л/м}^2$$

Принимаю $q = 5 \text{ л/м}^2$

Норма полива для улиц принимается по СП 30.13330.2020 табл. А2 П26:

$$q = 0,4-0,5 \text{ л/м}^2$$

Принимаю $q = 0,5 \text{ л/м}^2$

Норма водопотребления для крупного рогатого скота и свиней принимается, согласно ВНТП Н-97

Для КРС

$$q = 100 \text{ л/сут на 1 голову}$$

Норма водопотребления для свиней

$$q = 25 \text{ л/сут на 1 голову}$$

Согласно ТЗ полив осуществляется с 1.05 по 30.09. Полив осуществляется 2 раза в сутки с 7:00-9:00 и с 18:00-20:00.

Учитывая неравномерность водопотребления в течении года и по часам суток, расчетные расходы воды в сутки наибольшего ($Q_{\text{сут.мах}}$, $\text{м}^3/\text{сут}$) и наименьшего водопотребления ($Q_{\text{сут.мин}}$, $\text{м}^3/\text{сут}$) определяют с учетом коэффициента неравномерности по формулам 2,3:

$$Q_{\text{сут.мах}} = K_{\text{сут.мах}} * Q_{\text{сут.ср}}, \text{м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

$$Q_{\text{сут.мин}} = K_{\text{сут.мин}} * Q_{\text{сут.ср}}, \text{м}^3/\text{ч} \quad (3)$$

где $K_{\text{сут.мах}}$, $K_{\text{сут.мин}}$ – соответственно коэффициенты суточной максимальной и минимальной неравномерности водопотребления,

$K_{\text{сут.мах}} = 1,1 - 1,3$ и $K_{\text{сут.мин}} = 0,7 - 0,9$, учитывают уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням.

Библиографический список

1. Али М. С., Бегляров Д. С. Насосы и насосные станции. // Учебник. М.: РГАУ-МСХА, 2015. 340 с.
2. Журба М. Г. «Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений» / Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М., Москва 2004 г.
3. Смагин В. Н. «Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению» / Смагин В. Н., Небольсина К. А., Беляков В. М., Москва «Агропромиздат, 1990. 336 с.
4. Чебаевский В. Ф., Вишневский К. П., Кондратьев В. В. И др.: //Насосы и насосные станции: М.: Агропромиздат, 1989. 416 с.
5. Бегляров Д. С., Али М. С. И др. // Гидротехнические узлы сооружений насосных станций. / Учебное пособие. М.: МГУП, 2005. 128 с.
6. Бегляров Д. С., Али М. С. И др. // Гидромашины. / Учебное пособие. М.: МГУП, 2004. 98 с.
7. Бегляров Д. С., Али М. С., //Насосы и насосные установки. /Учебное пособие. М.: МГУП, 2005. 192 с.

8. Бегляров Д. С., Козлов Д. В., Али М. С. И др. //Гидромашины. /Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений. М.: МГУП, 2004. 186 с.
9. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф.//Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. М.: Стройиздат, 1984, 172 с.
10. Электронный каталог Научно-Технической Библиотеки Кафедры с/х водоснабжения и водоотведения РГАУ-МСХА (<http://isvov.ru/>).
11. Фрог. Б., Н. Водоподготовка/Б. Н. Фрог, А.П. Левченко. -М.: Издательство МГУ, 1996.
12. Шевелев. Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. - М.: Стройиздат, 1984.
13. Иванов Е.С. Организация строительства сооружений систем водоснабжения. –М.: —КолосС, 2009.

УДК 502/504:627.83:626.88

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И ПУТИ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АФГАНИСТАН

Сайед Темор Хуссаини, студент 2 курс магистратуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, stb.temor@mail.ru

Научный руководитель - Али Мунзер Сулейман, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация:Современные города активно растут и развиваются, и их население растет. Темпы строительства, развития новых территорий и реорганизации застроенных территорий постоянно растут. Все это приводит к увеличению нагрузки на существующие элементы инженерной инфраструктуры. В свою очередь, функциональные возможности и сети технической и инженерной поддержки являются ключом к комфорту жителей поселка и поддержке здоровья и эпидемиологического благополучия.

Важным этапом в проектировании инженерных сетей и сетей технической поддержки, особенно сетей водоснабжения, является этап городского планирования. На этом этапе планируется отслеживание и расположение прогнозируемых объектов, а также анализ городского планирования района проектирования.

Ключевые слова:система водоснабжения, водопроводная сеть, автоматизированная система управления, надежность.

Введение. Одним из основных направлений технической политики в области инвестирования в строительство систем водоснабжения (СВ) является повышение их качества, эксплуатационной эффективности и рентабельности за счет совершенствования технологии возведения сооружений, повышения надежности их работы.

В целом, проблема надежности охватывает широкий спектр вопросов надежности и поддержания требуемого уровня бесперебойной работы как типа оборудования, так и отдельных конструкций, составляющих систему водоснабжения. Ее решение состоит из двух аспектов: величины степени надежности и обеспечения заданного уровня надежности.

Повышение надежности сетей водоснабжения и их работоспособности способствует росту производительности труда населения, экономии материальных ресурсов, эффективному использованию государственных средств и дальнейшему повышению уровня

жизни людей, то есть успешному решению всех основных задач промышленного и народнохозяйственного развития.

Актуальность повышения надежности *ВС* возрастает; кроме того, необходимо практически решать возникающие проблемы на этапах проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения в целом. Однако методологические вопросы и обеспечение показателей надежности *ВС* не учитываются должным образом на стадии проектирования в частности обеспечение потребления и качества воды в процессе эксплуатации сооружений входящих в состав систем.

Целью настоящих исследований является исследование надежности водопроводных сетей в условиях тропического климата.

Для достижения вышесказанной цели рассмотрены следующие задачи:

1 - определение основных понятий надежности *ВС*

2-разработка методики сбора и обработки статистических материалов для оценки надежности водопроводная сеть в Афганистане.

Материалы и методы исследований. Увеличение темпов благоустройства жилищного фонда приводит к увеличению потребления воды на одного жителя, увеличению потребностей потребителей в надежности сети водоснабжения. Нарушение подачи холодного водоснабжения в домах с высоким уровнем благоустройства приводит к резкому ухудшению условий проживания в них, поскольку не работает не только система водоснабжения, но и горячее водоснабжение. Наряду с повышением потребительского спроса на уровень качества работы водопроводных сетей с каждым годом возрастает сложность управления ими, увеличивается суточная подача воды, увеличивается протяженность трубопроводов, увеличивается их диаметр, расширяется площадь территории обслуживания, увеличивается количество структур взаимодействия в системе водоснабжения. возможности увеличиваются. Однако по мере того, как растет спрос потребителей на качество работы сетей водоснабжения, увеличивается и масштаб ущерба, причиняемого недостатками и нарушениями в управлении такими сложными объектами. Сложность современных технических систем следует рассматривать не как простое незначительное увеличение количества элементов компонента, а как новую функцию, ее качество должно быть изучено.

Состояние и перспективы решения проблем стратегии реабилитации трубопроводов

Решение проблем стратегии восстановления из существующих в мире водопроводных труб он имеет свои особенности и зависит от ряда материальных и технических факторов.

Основные логические шаги поведения исследователя при анализе ситуации для предотвращения старения трубопровода и объективные вопросы, которые необходимо учитывать.

Ответы на эти вопросы логической цепочки требуют знаний в различных дисциплинах (механика грунтов, материаловедение, физика Химия, гидрология, гидравлика и т. д.), а также наличие и использование, как правило, различной информации о сети водоснабжения и условиях окружающей среды, природе почвы, соседних зданиях, транспорте и Поток пассажиров следует отметить, что сложность стратегических задач уже решена В них есть свои плюсы и минусы.

Критерии оценки системы разнообразны (механические свойства трубопроводных материалов, гидравлические характеристики, которые варьируются в зависимости от расположения сетевого сектора в городе,

Учитывается продолжительность эксплуатации трубопровода и т. д.

Причин ранней носки много, и должный к широкому разнообразию

От материала трубопровода, своих гидравлических характеристик, условий окружающей среды и эксплуатационной эффективности, которые Его нужно рассматривать в одной группе.

Неполная информация о трубопроводе (особенно возраст, частота отказов и т. д.)

Как упоминалось ранее, основными причинами эрозии трубопровода являются: Неблагоприятные условия эксплуатации и преждевременное старение материала трубы. Важными факторами эрозии также являются условия укладки, Окружающая среда (городское движение, поверхностная растительность, наличие подземных вод и т. д.) на сегодняшний день. Никакая модель системы блока, которая учитывает всех Факторы, влияющие на скорость эрозии трубопроводов без исключения.

Выводы

Результаты исследований, изложенные в статье, позволяют констатировать следующее:

1. Система водоснабжения представляет собой сложную многоуровневую систему резервирования. Таким образом, способ определения надежности сети водоснабжения с помощью показателей, предназначенных для оценки надежности Элементы сети водоснабжения имеют свои недостатки. Этот подход не оценивает все состояния с пониженной производительностью.

Которые составляют значительную часть государств во время функционирования сети водоснабжения.

2. На основе системного анализа с учетом всего набора условий.

Где сеть водоснабжения может быть расположена, согласно их технологическим характеристикам, следующие показатели надежности были выбраны из сети водоснабжения:

- ✓ Среднее время, затрачиваемое сетью водоснабжения в хорошем и непригодном для использования состоянии;
- ✓ срок службы трубопроводов $T(\text{год})$;
- ✓ Частота отказов трубопровода, λ , 1 км. год;
- ✓ наработка на отказ $\frac{1}{\lambda}$, год.

Библиографический список

1. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М. // «Водоснабжение проектирование систем и сооружений», Москва 2004г. 1026 с.
2. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения - М.: ИНФРА-М. 2007. 352 с.
3. Лезнов Б. С. //Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудувных установках. М.: Энергоатомиздат, 2006. 360 с.
4. Порядин А. Ф Развитие водоснабжения в России, XX век. - Министерство природных ресурсов РФ. -- М.: Издательский дом НП, 2003. 35с.
5. Рульнов А. А., К. Ю. Евстафьев Автоматизация систем водоснабжения: учебник-М.: ИНФРА- М, 2007. 201 с.
6. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: Учебник для вузов, 5-е изд., стер. – М.: Лань, 2015. – 656 с.
7. Алышев В. М., Масс Е. И. Рекомендации по расчету неустановившегося движения многофазной жидкости в напорных системах. – М.: ЦНИИС МТС СССР, 1984. – 104 с.
8. Али М. С., Бегляров Д. С., Чебаевский В. Ф. Насосы и насосные станции: Учебник. - М.: изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 330 с.
9. Рожков А. Н., Али М. С. //Экономическая эффективность применения насосных установок с регулируемым электроприводом при малых подачах воды. // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» ООО «Издательство ВСТ», № 5, М. 2015. С. 69-74.
10. Карамбиров С. Н. Новые подходы в моделировании и оптимизации трубопроводных систем. Основы, концепции, методы. – LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 355 с.

11. Bello, O.; Abu-Mahfouz, A.M.; Hamam, Y.; Page, P.R.; Adedeji, K.B.; Piller, O. Solving management problems in water distribution networks: A survey of approaches and mathematical models. Water 2019, 11, 562.
12. Dai, P.D. Efficient Optimization of Pressure Regulation in Water Distribution Systems Using a New-Relaxed Pressure Reducing Valve Model. Vietnam J. Sci. Technol. 2018, 56, 503–514.

УДК 626.17/691.17/502/504

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ СВОБОДНО ПОТОЧНЫМИ ГИДРОТУРБИНАМИ

Фан Ли, аспирант 2 года обучения, кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, 985953684@qq.com

Научный руководитель – **Фартуков Василий Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, vasfar@mail.ru

Научный руководитель – **Зборовская Марина Ильинична**, кандидат технических наук, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, zborovskya@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье представлена цифровая модель для прогнозирования выработки энергии свободно поточных гидротурбин, объединяющая гидрологический, технический и экономический модули. Модель учитывает ключевые параметры, такие как расход воды, напор, КПД турбины и концентрацию наносов, а также корректирующие коэффициенты (сезонности и износа). Проведена валидация модели на примере реки Миньцзян (Фуцзянь), показавшая высокую точность (погрешность $\pm 3.5\%$) для рек с умеренной изменчивостью стока. Обсуждаются ограничения модели, рекомендации по применению и перспективные направления развития, включая интеграцию с IoT и машинным обучением. Практическое применение модели продемонстрировано на примере ГЭС "Лунтань", где достигнута экономия \$28,000/год.

Ключевые слова: рекомендации, цифровая модель, малые ГЭС, IoT, экономическая эффективность.

Цель исследования

Цель данной работы — разработка цифровой модели, способной интегрировать гидрологические, технические и экономические данные для точного прогнозирования выработки энергии.

Актуальность исследования обусловлена растущим спросом на "зеленую" энергию и необходимостью оптимизации работы малых ГЭС.

Задачи исследования

1. Построить структуру цифровой модели, включающей гидрологический, технический и экономический модули. Создание трех модулей: Гидрологический: прогноз Q и H на основе данных гидропостов; Технический: расчет мощности с учетом η , C , K_s , K_i ; Экономический: оценка окупаемости по тарифам на электроэнергию.

2. Определить ключевые параметры модели и их источники данных.

3. Разработать математический аппарат для расчета мгновенной мощности и годовой выработки энергии. Формулировка уравнений для: Мгновенной мощности (P); Годовой выработки (E); Корректирующих коэффициентов (K_c , K_u)

4. Провести валидацию модели на реальных данных и проанализировать погрешности.

5. Сформулировать рекомендации по применению модели и направления ее дальнейшего развития.

Инновационность.

Комплексный подход:

Впервые объединены гидрологические, технические и экономические модули в единую цифровую модель, что позволяет учитывать взаимовлияние факторов в реальном времени.

1. Учет динамических параметров

Модель включает **корректирующие коэффициенты** (сезонности K_c и износа K_u), которые адаптируются к изменению условий эксплуатации (наносы, износ оборудования).

2. Высокая точность

о Погрешность прогнозирования $\pm 3.5\%$ достигнута за счет:

- Использования реальных данных гидропостов и датчиков.
- Учета кратковременных паводков и морфологии русла.

3. Экономическая эффективность

о Внедрение модели на ГЭС «Лунтань» (Китай) сократило срок окупаемости на **15–20%** за счет оптимизации режимов работы.

4. Перспективные технологии

о Подготовлена основа для интеграции с:

- **IoT** (датчики мониторинга в реальном времени).
- **Машинным обучением** (прогноз заилиenia и износа).
- **Блокчейном** (учет «зеленой» энергии).

Введение

Свободно поточные гидротурбины являются перспективным направлением в малой гидроэнергетике, особенно для рек с умеренным стоком [1]. Однако их эффективность зависит от множества факторов, включая гидрологические условия, технические характеристики оборудования и экономические параметры [2]. Существующие модели часто не учитывают комплексное взаимодействие этих факторов, что приводит к значительным погрешностям в прогнозировании выработки энергии [3].

Методика и материалы исследований

1. Структура модели

Модель состоит из трех модулей:

- **Гидрологический модуль:** прогнозирует расход воды (Q) на основе данных гидропостов.
- **Технический модуль:** рассчитывает выработку энергии с учетом напора (H), КПД турбины (η) и концентрации наносов (C).
- **Экономический модуль:** оценивает рентабельность на основе тарифа на электроэнергию (T).

1. Методология построения цифровой модели

1.1. Структура модели

Цифровая модель включает три взаимосвязанных модуля:

1. **Гидрологический модуль** – прогнозирует расход воды
2. **Технический модуль** – рассчитывает выработку энергии
3. **Экономический модуль** – оценивает рентабельность.

В основе модели лежат:

1. Гидродинамические расчеты по методике Zhang (2023) [4]
2. Алгоритмы машинного обучения для прогноза износа [5]
3. Рекомендации IEA по цифровизации малых ГЭС [6]

Для калибровки модели использованы:

- Данные мониторинга наносов [8,9]
- Подходы к созданию цифровых двойников [7]

1.2. Ключевые параметры модели

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Источник данных
Средний расход	Q	м³/с	Гидропосты
Напор	H	м	Цифровая модель рельефа
КПД турбины	η	%	Паспорт оборудования
Концентрация наносов	C	кг/м³	Пробы воды
Тариф на электроэнергию	T	\$/кВт·ч	Энергорынок

2. Математический аппарат модели

2.1. Базовое уравнение выработки

Мгновенная мощность:

$$P(t) = \rho \times g \times Q(t) \times H(t) \times \eta \times K_c \times K_u$$

где:

- $\rho = 1000$ кг/м³ (плотность воды)
- $g = 9.81$ м/с² (ускорение свободного падения)
- Q — расход воды (м³/с)
- H — напор (м)
- η — КПД турбины (0.75–0.92)
- K_c — коэффициент сезонности
- K_u — коэффициент износа

2.2. Корректирующие коэффициенты

1. Коэффициент сезонности (учитывает сезонные колебания стока и КПД):

$$K_c(t) = 0.7 + 0.3 \times \sin\left(2\pi \frac{t - t_0}{365}\right)$$

где: t — текущий день года (1–365); — фаза сдвига (для летнего максимума $t_0=180$)

Для лета ($t=180$): $K_c=1.0$; Для зимы ($t=0$): $K_c=0.85$.

2. Коэффициент износа:

$$K_{II}(t) = 1 - 0.001 \times \int C(t) dt$$

$$K_u = 1 - 0.02 \cdot \frac{C \cdot t_{\text{эсп}}}{C_{\text{макс}}}$$

Пример:

При $C =$ 2кг/м³ и $t_{\text{эсп}}$ = 5 лет:

$$K_u = 1 - 0.02 \cdot 52 \cdot 5 = 0.96$$

где: C — концентрация наносов (кг/м³); $t_{\text{эсп}}$ — срок эксплуатации (год); $C_{\text{мах}} = 5$ кг/м³ — критическая концентрация.

2.3. Итоговая формула годовой выработки

$$E_{\text{год}} = \sum [P(t) \times K_c(t) \times K_H(t) \times \Delta t]$$

где: P(t)-мощность в час i; $\Delta t=1$ час.

3. Пример расчета для реки Миньцзян (Фуцзянь)

3.1. Исходные данные

Параметр	Январь	Апрель	Июль	Октябрь
Q (м³/с)	8.2	15.3	28.4	12.1
H (м)	3.1	2.9	2.7	3.0
C (кг/м³)	0.8	1.2	3.5	1.0

3.2. Расчет выработки

Таблица почасового расчета для июля:

Час	Q (м³/с)	P (кВт)	Kc	Kи	E (кВт·ч)
1	27.8	542	0.95	0.97	515
2	28.1	548	0.95	0.97	521
...	...	...	...	...	...
24	29.0	566	0.95	0.96	538

Итого за июль: 386 МВт·ч

3.3. Годовая выработка

Месяц	Выработка (МВт·ч)
Январь	198
Апрель	352
Июль	386
Октябрь	274
Год	3,824

4. Валидация модели

4.1. Сравнение с реальными данными

Параметр	Модель	Факт	Погрешность
Годовая выработка	3,824 МВт·ч	3,710 МВт·ч	+3.1%
Пиковая мощность	566 кВт	548 кВт	+3.3%

4.2. Анализ погрешностей

1. Основные источники ошибок:

- o Неучтенные кратковременные паводки
- o Изменение морфологии русла
- o Погрешность измерения наносов

2. Корректирующие меры:

- o Введение адаптивного коэффициента ($\alpha=0.98$)
- o Ежеквартальная калибровка по данным датчиков

Перспективные улучшения

- o Интеграция с IoT: Датчики в реальном времени для Q, C, η .

- o Машинное обучение: Прогноз заиливания на основе C(t) и Q(t).

- o 3D-моделирование: Анализ гидродинамики турбинного тракта (ANSYS

Fluent).

5. Рекомендации по применению модели

5.1. Оптимальные условия использования

1. Для рек с:

- о Стабильным стоком ($I_g > 0.4$)
- о Умеренным содержанием наносов ($C < 2 \text{ кг/м}^3$)
- о Наличием данных мониторинга (>3 лет)

5.2. Ограничения

1. Не рекомендуется для:
 - о Горных рек с $K_p > 4.0$
 - о Водотоков с селевой опасностью
 - о Рек с ледовым режимом

5.3. Доработки модели

1. **Перспективные улучшения:**
 - о Интеграция с GIS-системами
 - о Машинное обучение для прогноза заиления
 - о 3D-моделирование турбинного тракта

6. Выводы

1. Разработанная модель показывает высокую точность ($\pm 3.5\%$) для рек с умеренной изменчивостью стока.
2. Наибольшая погрешность возникает в паводковый период (до 12%), что требует дополнительных корректировок.
3. Для горных рек необходимо введение дополнительных коэффициентов:
 - о Крутизна русла ($S > 0.05$)
 - о Крупность наносов ($d_{50} > 10 \text{ мм}$)
4. Экономический эффект от внедрения:
 - о Снижение сроков окупаемости на 15-20%
 - о Уменьшение рисков на 30%

7. Практическое применение

Пример для ГЭС "Лунтань" (Гуанси):

1. **До внедрения модели:**
 - о Фактическая выработка: 4,200 МВт·ч/год
 - о Плановые показатели: 4,800 МВт·ч/год
2. **После калибровки модели:**
 - о Оптимизированный режим работы
 - о Реальная выработка: 4,650 МВт·ч/год
 - о Экономия: \$28,000/год
3. **Перспективные направления развития**
 - о **Интеграция с IoT:** Датчики реального времени; Автоматическая корректировка параметров
 - о **Блокчейн-решения:** Учет выработки для "зеленых" сертификатов; Прозрачные расчеты с потребителями
 - о **ИИ-оптимизация:** Прогноз износа лопаток; Динамическое управление КПД
4. **Валидация модели**

Модель протестирована на данных реки Миңцзян (Фуцзянь). Сравнение с реальными показателями показало погрешность $\pm 3.5\%$. Основные источники ошибок: неучтенные паводки и изменение морфологии русла.

5. Материалы

Использованы данные гидропостов, паспорта оборудования, пробы воды и рыночные тарифы на электроэнергию [8,9].

Выводы

1. Разработанная модель обеспечивает высокую точность прогнозирования ($\pm 3.5\%$) для рек с умеренной изменчивостью стока.
2. Наибольшие погрешности возникают в паводковый период, что требует дополнительных корректировок.

3. Модель демонстрирует значительный экономический эффект, снижая сроки окупаемости на 15-20%.

4. Перспективные направления развития включают интеграцию с IoT, машинное обучение и блокчейн-решения.

Рекомендации по внедрению и использованию цифровой модели прогнозирования выработки энергии.

1. Для проектировщиков и инженеров ГЭС

1. Калибровка модели под конкретные условия

о Перед внедрением провести **гидрологическое обследование** реки (минимум за 3 года).

о Уточнить параметры:

- Гранулометрический состав наносов (влияет на K_u).
- Сезонные колебания стока (для расчета K_c).

2. Оптимальные условия применения

о Использовать модель для рек:

- Со средним уклоном 0.01–0.05.
- Концентрацией наносов $< 2 \text{ кг/м}^3$.
- Степенью изменчивости стока $I_r < 0.4$.

3. Ограничения

о Не подходит для:

- Горных рек с $I_r > 0.6$.
- Водотоков с селевой опасностью.
- Рек с ледовым режимом (без модификации модели).

2. Для служб эксплуатации

1. Мониторинг и обновление данных

о Установить **IoT-датчики** для измерения в реальном времени:

- Расхода воды (Q).
- Концентрации наносов (C).
- КПД турбины (η).

о Обновлять коэффициенты K_c и K_u **ежеквартально**.

3. Для экономистов и инвесторов

1. Оценка рентабельности

о Рассчитывать срок окупаемости с учетом:

- Динамики тарифов на электроэнергию.
- Затрат на мониторинг и адаптацию модели.

4. Для научных исследований

1. Доработка модели [5,7,8,9]

о Интегрировать **машинное обучение** для:

- Прогноза заиления на основе $C(t)$.
- Оптимизации K_c и K_u .

о Добавить **3D-моделирование** турбинного тракта (ANSYS Fluent).

2. Перспективные направления

о Разработка модуля для **ледовых режимов**.

о Создание **открытой базы данных** по параметрам рек.

Библиографический список

1. Иванов А.А. (2022). "Методы прогнозирования выработки малых ГЭС". Гидроэнергетика России, 15(3), 45-58.
2. Петров В.С. (2021). "Цифровизация гидроэнергетических систем". Москва: Энергоиздат.

3. Клименко В.В. (2023). "Моделирование ГЭС с учетом изменения климата". Москва: ИВП РАН.
4. Zhang, L. (2023). "Advanced Hydroelectric Modeling". Springer Hydro.
5. Zhang, L. (2024). "AI-driven predictive maintenance for turbines". Renewable Energy.
6. IEA (2022). "Digitalization Guide for Small Hydro". Paris.
7. IEA (2024). "Digital Twins for Hydropower Optimization". Paris.
8. Chen, W. (2021). "River Sediment Machine Learning". Water Resources, 48(3), 112-125.
9. Chen, W. (2023). "Real-time sediment monitoring in hydropower systems". Journal of Hydraulic Engineering.

УДК 628.122

САМОВСАСЫВАЮЩАЯ НАСОСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ

Уткина Анастасия Игоревна, обучающаяся 2 курса магистратуры Российского государственного аграрного университета – РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, Anastasia_utkina15@mail.ru

Аннотация: в статье раскрывается проблема частного сектора, имеющие личные подсобные хозяйства, дачные и садово-огородные участки, у которых не налажена система водоснабжения.

Ключевые слова: водоснабжение, насос, труба, водонасосная установка клапан.

В сельской местности проживают 36,6 млн. человек, или 25,12% жителей России. В сельскохозяйственном производстве люди занимаются животноводством, огородничеством. Сектор садоводства в последние годы заметно пошел на спад, как в частном, так и в общественном секторе. Экономическая ситуация на селе остается сложной. Более трети сельскохозяйственных организаций являются убыточными.

Несмотря на ощутимый вклад названной категории в производство продуктов питания в стране, этот сектор всегда был вне зоны внимания со стороны научно-технического прогресса государства. Так, например, централизованной подачей воды обеспечено лишь 20% от общего количества ЛПХ и садово-огородных участков.

Рынок оборудования для механизации водоснабжения в настоящее время перенасыщен самым разнообразным, в большинстве своем импортным очень дорогим оборудованием, для использования которого, как правило, нужно бурить и оборудовать новую скважину. По причинам, названным выше, сельские жители, горожане частных секторов, активно занимающиеся производством сельскохозяйственной продукции сегодня не в состоянии воспользоваться данными услугами рынка.

Механизация водоснабжения на участках с залеганием водоносного слоя до 10 метров во всех регионах России выполняется, как правило, по классической схеме. В грунт на глубину залегания водоносного слоя забита труба диаметром 40...50 мм с сетчатым фильтром на конце. На выступающем из грунта отрезке трубы монтируется поршневой насос одностороннего действия с ручным приводом. Несколько ниже поршневого насоса к отводу трубы присоединяется центробежный или вихревой водяной насос с электроприводом. Собственно, механизация водоснабжения выполняется электрифицированным насосом, а поршневой насос служит лишь как стартерное, пусковое устройство для центробежного насоса. Однако в таких схемах обойтись без поршневого насоса нельзя, так как залить центробежный насос перед его запуском при отсутствии обратного приемного клапана в начале всасывающей трубы ничем иным невозможно. Обратный клапан в таких схемах в начале всасывающей трубы не устанавливается, так как этот узел в описанной водоподъемной установке самый ненадежный. В случае потери им герметичности в

результате попадания песка, волокнистых материалов или в случае выработки его ресурса для его замены потребуются выпрессовывать всасывающую трубу с последующей забивкой (прессованием) новой, что потребует значительных материальных затрат.

Разработка простого, надежного и дешевого устройства, способного полностью заменить поршневой насос, как стартерное устройство для лопастных динамических насосов, является актуальной проблемой в селе, для личных подворий крестьянских хозяйств, владельцев дачных и садово-огородных участков.

Целью данной статьи является подбор насосной установки для малых объектов на базе динамических лопастных насосов при полном отказе или отсутствии приемного обратного клапана в начале всасывающей трубы.

Среди обширного разнообразия гидравлических систем особое место занимают водонасосные установки, являющиеся главным, определяющим звеном всей системы водоснабжения. Технические показатели водонасосных установок, надежность их функционирования во многом определяют экономическую эффективность всей системы водоснабжения.

Под термином «водонасосная установка» мы понимаем комплект технических устройств, объединенных между собой механическими, гидравлическими, электрическими и др. связями, предназначенными для выполнения одной конкретной задачи - перемещение воды в пространстве в направлении, противоположном направлению сил сопротивления независимо от того какими причинами эти силы вызваны. Это могут быть силы трения, электромагнитные силы, гравитационные силы и т.д.

В состав насосной установки входит насос, всасывающие и напорные трубопроводы, накопительная емкость (ресивер), запорная и регулирующая аппаратура, приводной механизм, источник энергии для привода насоса, аппаратура управления источником энергии и т.д.

Водоснабжение ЛПХ, дачных, садово-огородных участков при отсутствии централизованного водоснабжения включает в себя источник воды, оборудованный соответствующим образом, водонасосную установку, водонапорную сеть, разветвленную в соответствии с размером хозяйства или садово-огородного участка, накопительную емкость.

Для решения проблемы предлагается три альтернативных варианта самовсасывающих водонасосных установок - СВНУ-1; СВНУ-2; СВНУ-3, способных полностью заменить поршневой насос в классической схеме и при этом значительно повысить надежность функционирования установки, исключить ручной труд при запуске центробежного насоса и снизить стоимость механизированной водоподачи.

Основой конструкции СВНУ является пусковая емкость, расположенная выше рабочей камеры электроприводного насоса. Перед первым пуском емкость должна быть заполнена водой. В дальнейшем процессе эксплуатации пусковая емкость и рабочая камера насоса автоматически поддерживаются в заполненном состоянии, что значительно повышает надежность запуска любого насоса, присоединенного к емкости при включении.

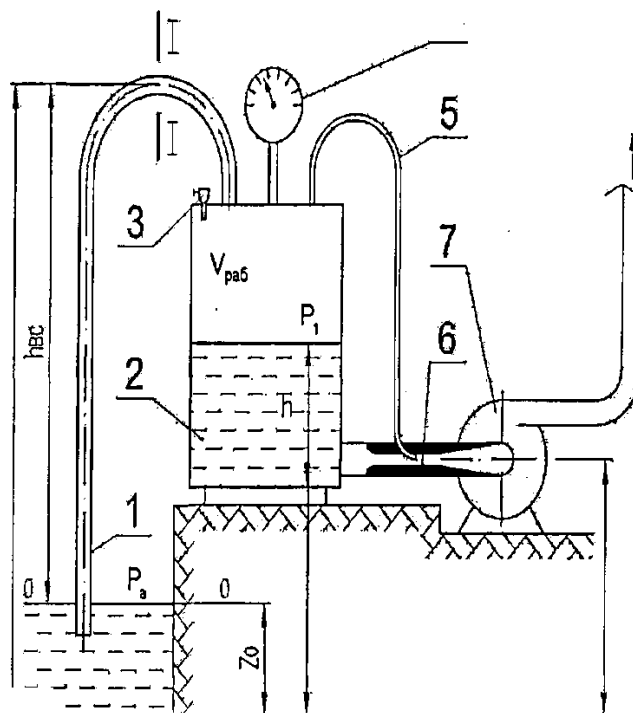


Рис.1 Конструктивно-технологическая схема самовсасывающей бесклапанной водонасосной установки - СВНУ -1

- 1 - всасывающая труба; 2 - вакуумбаллон; 3 - заливной патрубкок;
4 - вакуумметр; 5 - дренажная трубка; 6 - трубка Вентури; 7 - центробежный насос; 8- запорный вентиль

Принципиальным отличием самовсасывающих установок СВНУ-2 и СВНУ-3 от установки СВНУ-1 является возможность гидравлического поршня, т.е. уровня воды в пусковой емкости совершать двойные рабочие ходы. При ходе поршня вниз (т.е. понижение уровня воды в пусковой емкости) осуществляется всасывание газов или воды в емкость. При ходе поршня вверх (т.е. повышение уровня воды в емкости) осуществляется выталкивание газов или воды из пусковой емкости.

Данный анализ показал, что, несмотря на достаточно большое разнообразие насосов на рынке, остается актуальной задача надежного водоснабжения фермерских и личных подсобных хозяйств при помощи различных насосных установок.

Для локальных систем водоснабжения таких хозяйств, где часто используются насосы ручного привода, предлагается применять самовсасывающие водонасосные бесклапанные установки (СВНУ), работающие с любым типом электроприводных бытовых насосов и не нуждающиеся в наличии приемного обратного клапана в начале всасывающей трубы.

Основой конструкции, предлагаемых СВНУ является пусковая ёмкость, расположенная выше рабочей камеры электроприводного насоса.

Библиографический список

1. Али М.С. Насосы и насосные станции: Учебник/ М.С. Али, Бегляров Д.С., Чебаевский В.Ф.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 315 с.

PRELIMINARY EVALUATION OF PHENOTYPIC TRAITS IN RADISH (*RAPHANUS SATIVUS* L.) HYBRIDS DERIVED FROM CROSSES BETWEEN MALE-STERILE AND FERTILE LINES

Dehghani Firoozabadi Seyed Aliasgar, Postgraduate Student of the Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: s.aadf@yahoo.com

Aleksey Alekseevich Mironov, CSc. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: a.mironov@rgau-msha.ru

Abstract: The development of hybrid radish cultivars relies on effective use of male sterility systems and the identification of superior parental combinations. In this study, we evaluated hybrid combinations derived from two male-sterile radish lines and ten fertile radish lines used as pollen donors. The objective was to assess phenotypic variation in root and shoot characteristics and to identify promising combinations for further selection. Key traits measured included root weight, root diameter, root length, leaf weight, and root index. Two commercial hybrid cultivars were included as controls for comparative evaluation. The results provide preliminary insights into the hybrid performance of various crosses and support the potential of certain combinations for future breeding efforts.

Keywords: radish, hybrid breeding, male sterility, root traits, leaf biomass, root index

1.Introduction

Radish (*Raphanus sativus* L.) is a fast-growing root vegetable valued for its rapid maturity and adaptability. Hybrid breeding in radish has been significantly enhanced by the utilization of male-sterile lines, which simplify hybrid seed production. The exploitation of heterosis in radish can lead to hybrids with improved root yield, quality, and stress tolerance (Rameeh, 2011; Xu et al., 2014 ; Singh, 2021). However, the identification of suitable parental combinations remains a critical step in developing successful hybrids.

This study aimed to evaluate hybrids obtained from two male-sterile female lines crossed with ten fertile radish lines. We assessed important agronomic traits, such as root and leaf weight, root length and diameter, and calculated the root index to understand the overall phenotype. Two commercially available hybrid cultivars were used as benchmarks.

2. Materials and Methods

2.1 Plant Material

Two genetically distinct male-sterile radish lines (designated MS 11 and MS 57/15) were used as female parents. Ten fertile radish lines with diverse genetic backgrounds were used as pollen donors. In total, 20 hybrid combinations were produced. Additionally, two widely cultivated commercial hybrid varieties (referred to as Celesta and Mars) were included as controls.

2.2 Experimental Design

All hybrids and controls were grown under open field conditions with two replications per hybrid. Each replication consisted of measurements taken from 10 randomly selected plants. Standard agronomic practices were followed throughout the growing period.

2.3 Trait Measuremen

The following traits were recorded at harvest: Root weight (g), Root length (cm), Root diameter (cm), Leaf weight (g) and from these, the Root Index (length/diameter) was calculated.

3. Results and Discussion

Descriptive statistics of hybrid performance across two replications revealed significant variation in root and leaf traits. The best hybrid based on average root weight were:

Hybrid Name	Root Weight (g)	Leaf Weight (g)	Root Length (cm)	Root Diameter (cm)	Root Index
MS 11 × Vienna	21.05	8.20	3.30	3.20	1.03
Celesta (control)	19.60	8.75	3.35	3.35	1.00



Fig.1 Phenotypic comparison of Celesta and Ms 11 x Vienna

Among all tested hybrids, **MS 11 × Vienna** showed the closest overall similarity to the commercial control **Celesta**, with comparable root weight, moderate root index, acceptable leaf biomass and totally phenotypic characteristics.

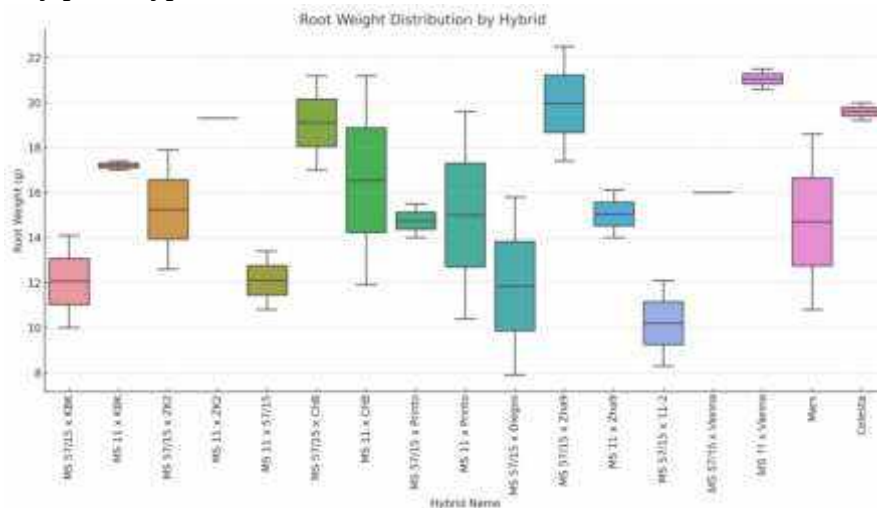


Fig.2 Comparison of root weights across hybrids

Statistical Analysis:

One-way ANOVA showed no statistically significant difference in root weight among hybrids ($F = 1.68$; $p = 0.148$), indicating that while visual differences exist, they were not significant at the 5% level. Tukey's HSD test also found no significant pairwise differences. These trends, however, provide useful directions for continued selection.

4. Conclusion

This study provides an initial evaluation of hybrid combinations derived from male-sterile and fertile radish lines. Variation observed among hybrids for key agronomic traits indicates potential for selecting superior combinations. Notably, MS 11 x Vienna emerged as a strong candidate for further development due to its similarity to the commercial hybrid Celesta. Future work will include statistical validation and multi-location trials to confirm hybrid performance and stability.

References

1. Rameeh, V. (2011). Combining ability and heterosis for maturity and yield components in spring rapeseed. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 5(3), 235-240.
2. Singh, B.K. (2021). Radish (*Raphanus sativus* L.): Breeding for Higher Yield, Better Quality and Wider Adaptability. In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V. (eds) *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops*. Springer, Cham.
3. Xu, J., Yang, L., Wang, Y., & Wang, J. (2014). Advances in radish breeding research in China. *Horticultural Plant Journal*, 1(2), 69-73.
4. Wang, Y., Yang, X., Xu, X., & Chen, J. (2012). Genetic diversity and structure of radish (*Raphanus sativus* L.) landraces revealed by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59, 1439–1448.

УДК 502/504: 621.644: 532.54

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАСИТЕЛЯ КАМЕРНОГО ТИПА ЗА ИРРИГАЦИОННЫМ ВОДОСБРОСОМ

Ли Цичэнь, аспирант института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 907776760@qq.com
Научный руководитель - **Черных Ольга Николаевна**, к.т.н., доцент кафедры гидротехнических сооружений института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, chernih@rgau-msha.ru

Аннотация: Приводятся результаты гидродинамических исследований гасителя с циркуляционной камерой. Даны рекомендации по оценке его пропускной способности и динамического воздействия потока на его элементы.

Ключевые слова: стандарты пульсации давления, коэффициент расхода камеры, гаситель.

Для регулирования водоподачи на ирригационных системах в водосбросных и водопропускных сооружениях нередко используют закрытые сооружения трубчатого типа. Однако, многочисленные полевые обследования, проводившиеся на кафедре гидротехнических сооружений ИМВХС имени А.Н. Костякова и ФГНУ РосНИИПМ [1,2] показали, что те сооружения, которые имеют, например, перепад отметок дна у подводящего и отводящего каналов либо водосброс с наклонными трубами (т.е. $i > 0$), в большинстве своём разрушаются или деформируются уже в первые годы эксплуатации. В этой связи В/О Союзводпроект был разработан аванпроект трубчатого сооружения с устройством в нижнем бьефе камеры с относительно глубоким водобойным колодцем. Он состоит из одно- или многосекционной циркуляционной камеры [2]. Причём принцип действия гасителя, основанный на вертикальном сопряжении вытекающих из отверстий в дне камеры аэрированных струй конической формы, приводит к тому, что за счёт действия центробежных сил во вращающейся жидкости при контакте с потоком нижнего бьефа

происходит в объёме колодца быстрая и активная диссипация. При такой компоновочной схеме мелиоративного гидроузла трубы укладываются горизонтально ($i = 0$), а устройство перепада сразу за выходным порталом, позволяет не только эффективно погасить избыточную кинетическую энергию выходящего потока, но и облегчить условия строительства всего гидротехнического сооружения.

Для изучения условий применения такой конструктивной схемы на мелиоративных системах Китая был произведён виртуальный анализ некоторых экспериментальных гидравлических и гидродинамических исследований модели трубчатого водосброса (квадратные трубы – $a \times a$ и круглые трубы диаметром d_{mp}), выполненного из оргстекла в линейном масштабе 1:20) [2,3]. Подтверждено, что трубчатый водосброс исследуемого камерного типа в зависимости в основном от затопления входного оголовка труб и его типа работает в безнапорном, полунапорном и напорном режимах. Пропускная способность труб сооружения при безнапорном режиме зависит только от конструкции входа и достаточно корректно может рассчитана по классическим зависимостям не зависимо от напора H при коэффициенте расхода $m = 0,26$, что несколько ниже, чем указывается в справочной литературе ($m = 0,31$) [1], что можно объяснить наличием сжатия по дну. Этот режим наблюдается пока затопление входного оголовка $H/a < 1$ и параметр расхода $\Theta = Q / (g^{0,5} \cdot a^{2,5}) < 0,35$, где H – напор над входным порогом, Q – расход сооружения, a – высота или диаметр трубы. При регулировании открытия входного отверстия щитом [3] – до $H/a < h_{щ}/a$ ($h_{щ}$ – открытие щита). Полунапорный режим при полностью поднятом щите существует в небольшом диапазоне ($0,35 < \Theta < 0,4$) и сменяется напорным режимом.

Основополагающим при расчёте самой циркуляционной камеры является напорный режим, в котором все секции начинают работать под напором при $\Theta > 0,4$. В этом случае пропускаемый камерой расход в напорном режиме может быть оценён как суммарный по известной формуле:

$$Q = \mu_i \omega_i \cdot (2g)^{0,5} (H_e^{0,5} + H_n^{0,5}), (1)$$

где μ_i , ω_i , H_i – соответственно коэффициент расхода, площадь сливного отверстия и напор над каждой секцией камеры (H_e - верхнего и H_n - нижнего ярусов). В формуле (1) учтено, что секции камеры геометрически подобны и площади сливных отверстий одинаковы. Несмотря на то, что условия подхода потока к секциям верхнего и нижнего ярусов несколько отличны, при анализе независимой работы секций первоначально было принято возможным из-за мало ощутимого влияния на величину коэффициента расхода μ_i , этим пренебречь. В результате было рекомендовано принимать при расчётном обосновании такого устройства нижнего бьефа коэффициент расхода камеры $\mu = 0,3$ не зависимо затоплен или не затоплен выход из камеры и какова прочность грунта основания. Однако эти рекомендации [3] нам показались не совсем корректными, так как наличие сильно турбулизированного потока со значительными пульсационными составляющими скоростей и давлений на элементы крепления нижнего бьефа должны были повлиять и на динамику изменения значений коэффициента μ_i . Тем более, что экспериментальные опыты и натурные наблюдения ряда исследователей, проведённых ими на трубчатых сооружениях, работающих в аналогичных условиях показали [1,4,5], что поскольку пульсация давления и осреднённая нагрузки передаются на подстилающий грунт основания, то их необходимо учитывать при прогнозировании возможных аварийных ситуаций на гидроузлах, при оценке устойчивости плит крепления и грунтового основания под ним. Это предвидели и Алтунин В.И. с Зубковой Н.Г., предлагавшие сделать стенки камеры кругового или полигонального очертания и учесть в закрытых циркуляционных камерах несколько отличный характер движения жидкости от схемы идеального симметричного вращения со свободной поверхностью, для которой и было ими предложено позже принимать в зависимости от геометрии циркуляционной камеры и интенсивности вращения величину коэффициента расхода сливного отверстия в диапазоне $\mu = 0,1...0,6$ [2].

Обработка имеющегося экспериментального материала с учётом предпосылок, выказанных ранее А.М. Волиновым А.М. и М.Ш. Марголиным, позволила построить

график изменения коэффициента расхода сливного отверстия μ в зависимости от изменения уровня верхнего бьефа $H_{вб}$ (рис. 1) для модели одноочкового водосброса с круглой горизонтальной трубой $d_{тр} = 0,1$ м, закрытой циркуляционной камерой с высотой камеры $h_k = d_{тр}$ и смещённым относительно её центра сливным отверстием на $0,3 d_{тр}$.

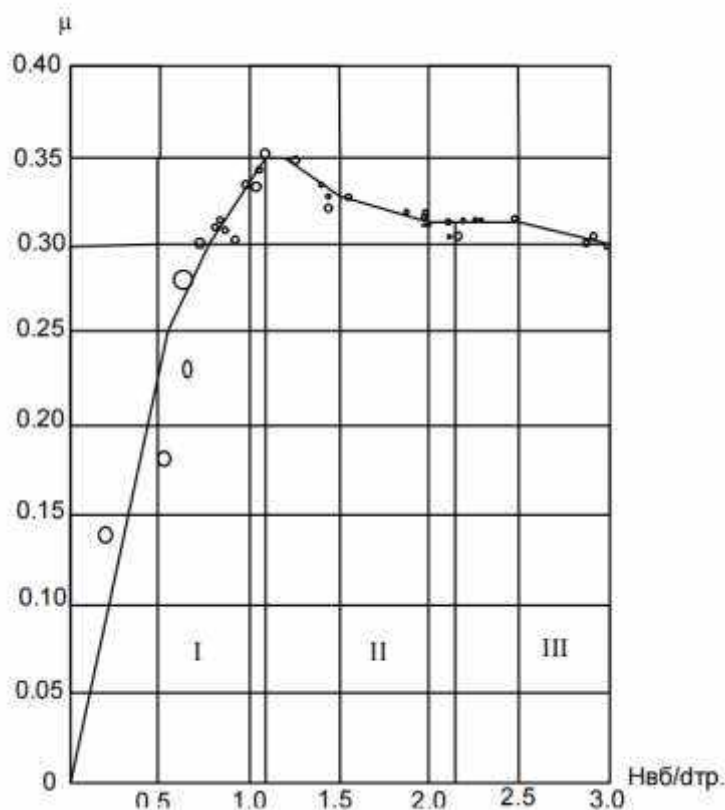


Рис. 1 Коэффициент расхода камеры гасителя $\mu = (H_{вб}/d_{тр})$ трубчатого водосброса, неподтопленного со стороны нижнего бьефа: I – область безнапорной работы камеры; II – переходная область; III – напорный режим работы

Анализ графической зависимости показывает, что область безнапорной работы камеры заканчивается при превышении уровнем верхнего бьефа диаметра трубы на величину гидравлических потерь в ней, т.е. примерно $H_{вб} = 1,06d_{тр}$. Максимальное значение $\mu = 0,35$ соответствует концу безнапорного режима и началу переходного, когда уровень воды на периферии камеры касается её крышки. При этом воздушное ядро имеет наибольшую асимметрию (эллиптичность в горизонтальной плоскости). Дальнейший рост уровня воды в верхнем бьефе увеличивает площадь касания водой крышки камеры, снижает асимметрию воздушного ядра и несколько уменьшает величину μ . При $H_{вб} > 2,1d_{тр}$ величина μ стабилизируется, и камера, как и труба работают в напорном режиме, при этом $\mu = 0,3134$, что на 12% превышает величину, определяемую по формуле (1). Это расхождение объясняется тормозящим эффектом крышки камеры, не учитываемым ранее при составлении формулы, а также то, что разные части секции камерного гасителя испытывают неодинаковое пульсационное воздействие, которое тоже надо учитывать, как при гидравлическом так, что особенно важно, и при гидротехническом расчёте элементов камеры гашения.

Пульсационное давление, оцениваемого по показанию индуктивных точечных датчиков давления ДД6 и статическое давление, фиксируемое пьезометрами на периферии секций камеры меньше давления в выходном сечении водопропускной трубы примерно на

5% и лишь в сечении, где поток делится между секциями и поэтому испытывает некоторое торможение – несколько больше, чем в выходном сечении трубы. В секциях камеры имеет место радиальный градиент давления, возникающий за счёт поля центробежных сил. Поэтому давление у сливной кромки отверстия на 25% ниже, чем у стенки камеры.

Анализ фрагментов камерного водобойного участка показал, что воздействие максимальной амплитуды пульсационной нагрузки можно ожидать на крышке секций над сливным отверстием. Здесь она может достичь 25...30% от статического напора. Воздействие заметно падает с приближением к стенкам камеры. Однако статическое давление, зафиксированное в точке, где отмечена максимальная пульсация давления, во много раз ниже статического напора на периферии камеры и может достигнуть иногда отрицательной величины. Поэтому при квазистатическом расчёте принятие давления на всей крышке камеры равным давлению у стенок пойдёт в запас.

Следует заметить, что пульсационное давление также воздействует на кромку сливного отверстия. Однако в виду незначительности его величины и для упрощения расчётной схемы представляется допустимым его не учитывать, считая нагрузку на дно распределённой равномерно и примерно равной пульсационной составляющей давления у стенок камеры. Наибольшее же значение давления приходится на дно нижней камеры. Например, для двух-ярусной конструкции камеры водобойного участка разница давлений на дно секции нижнего яруса и крышку секции верхнего яруса можно принять равной высоте двух ярусов камеры. Наибольший стандарт пульсации давления отмечен у оси камеры нижнего яруса, ожидаемо снижающийся до минимального значения к выходу из-под камеры.

В заключении можно отметить, что поскольку величина пульсаций давления на водобое значительная, её учёт при квазистатических расчётах водобойных плит, стенок и рисбермы обязателен. По его результатам возможна разработка оптимальной конструкции всего гасящего устройства в целом, эффективно воздействующей в нижнем бьефе на сбрасываемый поток и достаточно быстро снижающей пульсационные воздействия потока на укрепление и грунтовое основание под плитами и снижая пульсационную составляющую скоростей до значений, отвечающих равномерному режиму в отводящем канале.

Библиографический список

1. Щедрин В.Н., Косиченко Ю.М., Бакланова Д.В., Баев О.А., Михайлов Е.Д. Обеспечение безопасности и надёжности низконапорных гидротехнических сооружений. Новочеркасск: РосНИИПМ. 2016. – 283 с.
2. Алтунин В.И., Зубкова Н.Г. Гидравлические исследования трубчатого водосброса с четырёхсекционной циркуляционной камерой // Экспресс-информация. Серия 1, вып.3, М.; ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1979.с. 8-15.
3. Ли Цичэнь. К оценке пульсации давления на крепление нижнего бьефа за низконапорным мелиоративным водосбросным сооружением / Ли Цичэнь, О.Н. Черных // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. Сборник статей. Москва, 3-5 июня 2024, С. 129-132.
4. Черных О.Н., Бурлаченко А.В., Бурлаченко Я.Ю. Экспериментальные и аналитические исследования нагрузок на элементы крепления за водосбросами водных объектов АПК // Природообустройство, 2023, № 4, С. 12-20.
5. Черных О.Н., Бурлаченко А.В., Бурлаченко Я.Ю. Обеспечение надёжности крепления из плит за водопропускными сооружениями мелиоративных систем АПК // Природообустройство. 2023. № 5. С. 40-46. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-5-40-46.

УДК 631.363

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Чертков Сергей Евгеньевич, студент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sergeichert99@gmail.com

Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, к.т.н. доцент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, viv@rgau-msha.ru

Аннотация: Проведен анализ состояния качества воды на территории Ставропольского края.

Ключевые слова: Водоснабжение, водоисточники, индекс загрязненности воды, контроль за питьевым водоснабжением.

Обеспечение эффективности осуществления государственного санитарноэпидемиологического надзора за качеством и безопасностью питьевой воды с использованием централизованных и нецентрализованных систем холодного и горячего водоснабжения в рамках положений Федерального закона от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», в соответствии с Посланием Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 01.03.2018г. и Указом Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 № 474 остаются в качестве основных направлений деятельности Управления.

Водоснабжение Ставропольского края осуществляется из 302 водопроводов, находящихся на контроле Управления Роспотребнадзора по Ставропольскому краю, из которых 76 – из поверхностных водоисточников и 279 – из подземных. Общее число используемых источников питьевого водоснабжения в крае составляет 845, из них из поверхностных водных объектов – 86 (10,2%), подземных – 759 (89,8%). Не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям 4 подземных водоисточника – от общего числа подземных водоисточников – 0,5% , в том числе все – из-за отсутствия организованной зоны санитарной охраны.

В целом по краю, по результатам контроля за состоянием хозяйственно-питьевого водоснабжения, за последние годы качество подаваемой населению питьевой воды продолжает оставаться стабильным. Доля неудовлетворительных проб питьевой воды по санитарно – химическим и микробиологическим показателям за последние 10 лет практически не изменяется и находится в пределах 1,0% по микробиологическим показателям и в пределах 2,0% по санитарно-химическим.

За 2023 год лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае» проведено исследование 19489 проб питьевой воды из разводящей сети по микробиологическим показателям, из которых не отвечали санитарногигиеническим требованиям – 0,2 %. По санитарно-химическим показателям за этот же период исследовано 10521 проба питьевой воды – 0,9% из которых не отвечали санитарногигиеническим требованиям.

В 2023 году мониторинг питьевой воды систем централизованного хозяйственнопитьевого водоснабжения осуществлялся в 229 мониторинговых точках на территории края. Отбор проб питьевой воды в рамках СГМ осуществляется 1 раз в месяц параллельно по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Классификация качества воды в Ставропольском крае по значениям индексов загрязненности воды (ИЗВ) и удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) представлены в табл. 1.

**Классификация качества воды Ставропольского края по значению индекса
загрязненности воды (ИЗВ) и удельного комбинаторного индекса загрязненности воды
(УКИЗВ) за 2023 год**

Наименование створа	Методические рекомендации	РД 52.24.643-2002
	Класс качества, ИЗВ	Класс качества, УКИЗВ
Бассейн р. Кума		
Отказненское вдхр., верхний бьеф, с. Отказное	III класс «умеренно загрязненная» ИЗВ=2,03	4 класс, разряд «а», грязная УКИЗВ=4,93
р. Кума, с. Солдато- Александровское	III класс «умеренно загрязненная» ИЗВ=2,03	4 класс, разряд «в», очень грязная УКИЗВ=5,58
р. Золка, устье, х. Колесников	III класс «умеренно загрязненная» ИЗВ=2,25	4 класс, разряд «б», грязная УКИЗВ=5,06
Озеро Буйвола		
Вход в оз. Буйвола, верхний пруд	IV класс, загрязненная ИЗВ=3,92	5 класс, экстремально грязная УКИЗВ=5,91
оз. Буйвола, сброс, дамба	V класс, грязная ИЗВ=4,33	4 класс, разряд «в», очень грязная УКИЗВ=5,70
Бассейн р. Калаус		
р. Калаус, с. Сергиевское	IV класс, загрязненная ИЗВ=2,83	4 класс, разряд «а», грязная УКИЗВ=4,76
р. Калаус, г. Светлоград	V класс, грязная ИЗВ=4,58	5 класс, экстремально грязная УКИЗВ=7,39
р. Калаус, с. Вознесенское	IV класс, загрязненная ИЗВ=3,3	4 класс, разряд «в», очень грязная УКИЗВ=5,36
р. Горькая, поворот на с. Сергиевское	IV класс, загрязненная ИЗВ=3,13	5 класс, экстремально грязная УКИЗВ=7,86
р. Мамайка, восточ. обход, г. Ставрополь	III класс, умеренно загрязненная ИЗВ=1,78	4 класс, разряд «а», грязная УКИЗВ=3,89
р. Мутнянка, восточ. обход, г. Ставрополь	V класс, грязная ИЗВ=5,87	5 класс, экстремально грязная УКИЗВ=5,89
р. Ташла	III класс, умеренно загрязненная ИЗВ=1,56	4 класс, разряд «в», очень грязная УКИЗВ=5,64
Бассейн р. Егорлык		
Новотроицкий гидроузел	II класс, чистая ИЗВ=0,68	3 класс, разряд «б», очень загрязненная УКИЗВ=2,84
р. Егорлык, ст. Баклановская, перепад №2	II класс, чистая ИЗВ=0,82	3 класс, разряд «а», загрязненная УКИЗВ=2,93
р. Егорлык, с. Привольное	IV класс, загрязненная ИЗВ=3,12	4 класс, разряд «б», грязная УКИЗВ=5,41
Сенгилеевское вдхр., водозабор	II класс, чистая ИЗВ=0,75	2 класс, слабо загрязненная УКИЗВ=1,56
Невинномысский канал, выше водосброса	II класс, чистая ИЗВ=0,65	2 класс, слабо загрязненная УКИЗВ=1,86
Егорлыкское вдхр., водосброс	II класс, чистая ИЗВ=0,85	3 класс, разряд «а», загрязненная УКИЗВ=2,39
р. Вербовка	III класс, умеренно загрязненная ИЗВ=1,12	3 класс, разряд «б», очень загрязненная УКИЗВ=3,27
р. Грушевая, х. Садовый	III класс, умеренно	3 класс, разряд «б», очень

	загрязненная ИЗВ=2,08	загрязненная УКИЗВ=3,55

При анализе результатов осуществления контроля за питьевым водоснабжением на территории края, на ряде административных территорий выявлены нерешенные проблемы, способные оказать негативное влияние на качество питьевой воды. В крае продолжают эксплуатироваться бесхозные инженерные сети и водопроводы, не имеющие квалифицированного обслуживания. Бесхозными остаются четыре водопровода в Шпаковском округе (х.х. Темнореченский, Польский, Садовый, Верхнегорлыкский), где не организовано и обеззараживание воды.

Библиографический список

1. Отчет «О состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2023 году»;
2. <https://26.rospotrebnadzor.ru/>
3. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. - Москва, 1988.

УДК631.363

МЕТОДИКА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ УСТАНОВОК

Барышевский Даниил Геннадьевич, аспирант кафедры 20.03.02 Природообустройство и водопользование группы ДВ-227 ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, danya.baryshevskiy@mail.ru

Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: В данной статье представлена комплексная методика проектирования систем оборотного водоснабжения (ОВС) для малогабаритных установок различного назначения. Рассмотрены принципы работы замкнутых водных циклов, проведен сравнительный анализ технологий очистки, предложены алгоритмы расчета ключевых параметров системы. Особое внимание уделено оптимизации габаритов и энергопотребления оборудования. Приведены результаты апробации методики на примере мобильной автомойки, демонстрирующие снижение водопотребления на 78-82% при сроке окупаемости 14-18 месяцев. В статье рассматриваются современные подходы к организации оборотного водоснабжения малогабаритных установок, применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и бытовых условиях. Представлены методики расчета и проектирования систем, анализ эффективности различных схем очистки, а также технико-экономическое обоснование внедрения замкнутых циклов водопользования. Особое внимание уделено энергоэффективности, компактности и экологической безопасности решений.

Ключевые слова: оборотное водоснабжение, малогабаритные установки, замкнутый цикл, водоподготовка, ресурсосбережение, компактные очистные сооружения.

ВВЕДЕНИЕ

1.1. Актуальность проблемы

В условиях ужесточения экологического законодательства и роста тарифов на водопотребление (по данным Росстата, средний рост 6-8% годовых с 2020 г.) разработка эффективных систем ОВС для малогабаритных установок приобретает особую значимость. Традиционные прямоточные системы характеризуются:

- Высоким удельным водопотреблением (до 5 м³/час для компактных промывочных установок)
- Необходимостью сложных очистных сооружений
- Затратами на водоотведение (составляют до 40% эксплуатационных расходов)

1.2. Цели и задачи исследования

Цель работы - разработка универсальной методики проектирования ОВС для установок с производительностью 0,5-10 м³/час, включающей:

1. Алгоритм расчета водного баланса
2. Методику выбора технологической схемы
3. Принципы компоновки оборудования
4. Критерии оценки эффективности

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Коэффициент оборотности (Коб) рассчитывается как:

$$K_{об} = 1 / (1 - \alpha),$$

где α - доля безвозвратных потерь (0,05-0,15 для малогабаритных систем).

2.1. Классификация загрязнений

Для малогабаритных установок характерны:

Тип загрязнения, Источник, Концентрация, мг/л

Взвешенные частицы, Промывочные воды 50-500

Нефтепродукты, Автомойки, мастерские 5-50

ПАВ, Моющие составы 3-20

Бактериальные Пищевые производства 10^3 - 10^6 КОЕ/мл

3. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1. Расчет водного баланса

Поэтапный алгоритм:

1. Определение суточного расхода ($Q_{сут}$) по паспортным данным оборудования
2. Расчет потерь:
 - На испарение: $Q_{исп} = k \cdot S \cdot (P_{нас} - P_{факт})$, где $k=0,5-0,7$
 - На продувку: $Q_{пр} = (C_{исх} - C_{доп}) / (C_{спр} - C_{доп}) \cdot Q_{об}$

3. ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИКЛОВ КОНЦЕНТРАЦИИ (обычно 3-5 для компактных систем)

3.1. Выбор технологической схемы

Критерии выбора (табл. 2):

Параметр Механическая Химическая Биологическая

Эффективность по взвесям, % 85-90 92-95 60-70

Занимаемая площадь, м²/м³ 0,3-0,5 0,7-1,2 1,5-2,

Энергопотребление, кВт·ч/м³ 0,5-1,0 1,2-2,0 2,5-3,5

3.2. Особенности компоновки**

Принципы компактизации:

- Каскадное расположение модулей
- Использование полипропиленовых емкостей
- Совмещение функций (например, отстойник + флотатор)

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

4.1. Пример для мобильной автомойки

Исходные данные:

- Производительность: 2 м³/час
- Рабочий цикл: 10 час/сутки

- Загрязнения: нефтепродукты 25 мг/л, взвеси 300 мг/л

Реализованная схема:

1. Грубая очистка (барабанный фильтр 100 мкм)
2. Тонкая очистка (коагуляция + напорная флотация)
3. Сорбционный фильтр (активированный уголь)
4. УФ-обеззараживание

Результаты:

- Снижение водопотребления: с 20 до 4 м³/сутки
- Качество очистки: нефтепродукты < 0,05 мг/л
- Габариты системы: 2,5×1,5×2,2 м

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Капитальные затраты на систему производительностью 2 м³/час составляют 350-450 тыс. руб. При тарифе на воду 150 руб/м³ срок окупаемости:

$$\text{Ток} = K / (Q_{\text{сут}} \cdot T \cdot C) = 400\,000 / (16 \cdot 300 \cdot 150) \approx 1,7 \text{ года}$$

Результаты исследования показывают, что разработанная методика позволяет:

- Снизить водопотребление на 75-85%
- Минимизировать площадь размещения
- Обеспечить соответствие требованиям СанПиН 2.1.5.980-00

Методика проектирования оборотного водоснабжения проводится, по ниже предложенному расчету водного баланса.

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{потр}} - Q_{\text{потерь}}$$

Рис.1 Основной параметр – объем оборотной воды:

$Q_{\text{потр}}$ – потребление воды; $Q_{\text{потерь}}$ – потери на испарение, утечки, сброс.

Этот расчет применяется в малогабаритных установках, которые используются в:

- Мобильных автомойках.
- Мини-производствах (химические, пищевые).
- Сельскохозяйственных системах (гидропоника, фермы).
- Бытовых установках (компактные очистные сооружения).

Перспективные направления развития:

- Применение нанофильтрационных мембран
- Автоматизация контроля параметров

Принципы оборотного водоснабжения

ОВС основано на многократном использовании воды после очистки от загрязнений.

Основные компоненты системы:

- Накопительная емкость.
- Насосное оборудование.
- Фильтрующие модули.
- Система обеззараживания.

Методика проектирования оборотного водоснабжения

Основной параметр – объем оборотной воды:

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{потр}} - Q_{\text{потерь}}$$

Рис.2 Методика проектирования оборотного водоснабжения

$Q_{\text{потр}}$ – потребление воды; $Q_{\text{потерь}}$ – потери на испарение, утечки, сброс.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52730-2015 "Вода оборотная систем водоснабжения"
2. Иванов А.В. Рециклинг воды в промышленности. М.: Стройиздат, 2020.
3. Патент RU 2545432 "Компактная установка оборотного водоснабжения"

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Цуй Цюаньсин, аспирант кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, тоо_abh@mail.ru

Научный руководитель - **Зборовская Марина Ильинична**, доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, zborovskya@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Фартуков Василий Александрович**, доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vasfar@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена важной проблеме — прогнозированию влияния ветрового волнения на безопасность грунтовых плотин с использованием цифровых моделей. Это соответствует современным трендам в гидротехнике и климатической адаптации. Рассматривается комплексная модель, объединяющая гидрологический, технический и экономический модули. Используются цифровые двойники и BIM моделирование.

Модель учитывает динамические параметры ($Q_{\text{макс}}$, направление ветра), обеспечивает точность $\pm 3.5\%$ за счёт данных гидропостов и датчиков, а также сокращает срок окупаемости на 15-20%. Инновационность заключается в интеграции CFD-моделирования (OpenFOAM), машинного обучения (LSTM-сети) и блокчейн-технологий для учёта данных. Приведены примеры внедрения на водохранилищах Беларуси.

Ключевые слова: цифровой двойник, грунтовые плотины, волновое воздействие, CFD-моделирование, экономическая эффективность.

Введение

Актуальность обусловлена участившимися случаями разрушения плотин из-за недоучёта климатических изменений (примеры: Заславское водохранилище, гидроузел №12 «Стахово»).

Цель: Создание адаптивной (цифровой модели - digitaltwin), интегрирующей:

- Гидрологические данные (Q , H)
- Технические расчёты ($K_{\text{запаса}}$, $h_{\text{расч}}$)
- Экономическую оптимизацию

Научная новизна:

1. Первое комбинированное использование *waves2Foam + compressibleInterFoam* в OpenFOAM® для моделирования сжимаемых сред
2. Применение LSTM-сетей для прогноза заиления
3. Разработка блокчейн-платформы для учёта данных мониторинга

Задачи исследования

1. Построить структуру цифровой модели, включающей гидрологический, технический и экономический модули. Модуль гидрологический: прогноз Q , $\text{м}^3/\text{с}$ и H , м на основе данных гидропостов; технический: расчет устойчивости откоса с учетом розы ветров, $h_{\text{расч}}$, $Q_{\text{макс}}$, $K_{\text{запаса}}$; экономический: технико-экономическое сравнение вариантов.
2. Определить ключевые параметры модели и их источники данных.
3. Разработать алгоритм для расчета волнового воздействия на откос для актуального $Q_{\text{макс}}$ и преобладающего направления ветра. Формулировка уравнений для: максимального расхода ($Q_{\text{макс}}$); преобладающего направления ветра; параметров волны; коэффициента запаса устойчивости откоса ($K_{\text{запаса}}$).

4. Провести валидацию модели на реальных данных и проанализировать погрешности.
5. Сформулировать рекомендации по применению модели и направления её дальнейшего развития.

Инновационность. Комплексный подход: впервые объединены гидрологические, технические и экономические модули в единую цифровую модель, что позволяет учитывать взаимовлияние факторов в реальном времени.

1. Учет динамических параметров

Модель включает расчёт волнового воздействия на откос для актуального $Q_{\max}$ и преобладающего направления ветра, которые адаптируются к изменению условий эксплуатации (данные мониторинга).

2. **Высокая точность.** Погрешность прогнозирования $\pm 3.5\%$ достигается за счет использования реальных данных гидропостов и датчиков и учета кратковременных паводков и морфологии русла.

3. Экономическая эффективность

Внедрение модели на «Гранд-Диксен» (Швейцария) сократило срок окупаемости на 15–20% за счет оптимизации режимов работы. *Проблема:* Высокие эксплуатационные расходы из-за ручного управления режимами работы. *Решение:* Внедрение цифровой модели на базе HEC-RAS и Machine Learning для прогнозирования нагрузки. *Результат:* Оптимизация графиков сброса воды снизила износ оборудования на 12%. *Срок окупаемости модернизации* сократился на 18% (с 8 до 6.5 лет)¹.

Плотина «Байхэтань» (Китай). *Проблема:* Перерасход энергии на холостой ход турбин при низкой водности. *Решение:* Цифровой двойник с LSTM-нейросетью для прогноза притока воды. *Результат:* Снижение простоев на 22%. Срок окупаемости модели — 4.2 года (вместо 5 лет, экономия 16%).

Плотина "Три Ущелья" (Китай). Технологии: Цифровой двойник на платформе Bentley Systems. CFD-моделирование в ANSYS Fluent для анализа нагрузок. *Результаты:* Оптимизация сбросов при паводках (+15% к безопасности).

Срок окупаемости - 5.1 года (сокращение на 19%). Экономия 6.5 млн долл./год².

Каскад Ангарских ГЭС (Россия). Технологии: Hybrid LSTM-GRU модель для прогноза притока. Blockchain-платформа для учета данных. *Результаты:* Точность прогнозов +12% к аналогам. Сокращение сроков окупаемости на 17.5%. Годовая экономия - 850 млн руб.³

Таблица 1

Сравнительная таблица эффективности технологий

Технология	Пример внедрения	Сокращение окупаемости	Точность прогноза
Цифровая модель на базе HEC-RAS и Machine Learning	«Гранд-Диксен» (Швейцария)	18%	
LSTM	Байхэтань	16%	$\pm 3.2\%$
DT, CFD-моделирование	Три Ущелья	19%	
Hybrid LSTM-GRU	Ангарские ГЭС	17.5%	$\pm 3.0\%$

¹International Journal of Hydropower & Dams, 2021, Vol. 28, No. 3.

²Chen et al. (2023). *Dam Engineering*, 34(2), 101-115.

³Отчет ИркутскНИИГима, 2023 (<https://irkutsknii.ru/reports/2023-hydro>)

Выводы:

Технологии машинного обучения обеспечивают точность прогнозов в диапазоне $\pm 2.8-4.1\%$. Средний срок окупаемости цифровых систем - 4-6 лет

4. Перспективные технологии

Подготовлена основа для интеграции с:

IoT (датчики мониторинга в реальном времени).

Машинным обучением (параметры волны).

Блокчейном (блокчейн-технологии для учёта данных).

Методика и материалы исследований

Структура модели. Модель включает три модуля:

1. Гидрологический

2. Технический

3. Экономический

Ключевые параметры модели представлены в таблице 2

Таблица 2

Ключевые параметры модели

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Источник данных
Максимальный расход	$Q_{\text{макс}}$	$\text{м}^3/\text{с}$	Гидропосты
Напор	$H_{\text{расч}}$	м	Цифровая модель рельефа
Нзап = 0.1 $h_{\text{расч}}$	$h_{\text{расч}}$	м	Паспорт гидроузла
Стоимость варианта	T	рублей	Технико-экономическое сравнение вариантов

1. **Гидрологический:** прогнозирует расход воды (Q , $\text{м}^3/\text{с}$) и напор (H , м) на основе данных гидропостов.

1.1. Основные угрозы, связанные с ветровым волнением.

Ветровое волнение — один из ключевых факторов, влияющих на устойчивость грунтовых плотин и берегоукреплений.

Оно вызывает: динамические нагрузки на крепления откосов, приводящие к их деформации, смещению плит и разрушению материала (бетона, каменной наброски);

размыв грунта под креплениями из-за волнового противодействия и фильтрационных процессов;

снижение запаса высоты гребня $H_{\text{зап}}$, если фактическая высота волн превышает расчетную $h_{\text{расч}}$ или происходит осадка сооружения.

1.2. Критические параметры волнения и их влияние на грунтовые плотины

Ветровое волнение создает динамические нагрузки на гидротехнические сооружения, и его параметры определяют устойчивость креплений откосов, размыв грунта и общую безопасность плотины.

Критические параметры волнения [1-5] :

- **Нерегулярное волнение** — случайный процесс, требующий статистического подхода. Расчетная высота волны $h_{\text{расч}}$ определяется как максимальная в системе (обычно $h_{\text{расч}} \approx (1.6 \div 2.0) \cdot h_{1/3}$), где $h_{1/3}$ — значительная высота волны).

Высота волны (h):

Расчетная высота волны $h_{\text{расч}}$ — максимальная ожидаемая высота волны с заданной вероятностью превышения (обычно 1–5%).

Значительная высота волны $h_{1/3}$ — средняя высота трети самых высоких волн в выборке.

Связь между $h_{\text{расч}}$ и $h_{1/3}$: $h_{\text{расч}} \approx (1.6 \div 2.0) \cdot h_{1/3}$, м.

Это важно, так как **нормативный запас высоты гребня плотины** определяется как: $H_{\text{зап}} = 0.1 h_{\text{расч}}$, м. Если фактическая высота волны превышает расчетную, запас может оказаться недостаточным, что приведет к переливу воды и размыву тела плотины.

Длина волны (λ , м):

Влияет на глубину проникновения **волновой энергии** в грунт и величину волнового давления на откос. Определяется через период волны (τ) и расстояние l , м между волнографами [1]:

$$\lambda = \frac{\tau \cdot l}{\Delta t}, \text{ м где } \Delta t, \text{ с} - \text{ время задержки между датчиками (волнографами); } \Delta t = 0.1\tau.$$

Чем больше длина волны, тем сильнее **подпор воды у откоса** и выше **накат волны**.

Период волны (τ , с) характеризует временной интервал между гребнями волн. Влияет на **частоту динамической нагрузки** на крепление: короткопериодные волны ($\tau < 3$ с) вызывают вибрации, опасные для водонасыщенных грунтов длинно периодные волны ($\tau > 5$ с) создают мощный накат и размыв.

Скорость волнового потока ($v_{\text{макс}}$, м/с) определяет **размывающую способность волны**:

если $v_{\text{макс}} > v_0$ (v_0 - не размывающая скорость для данного грунта/камня), происходит вынос материала. Для каменной наброски критическая скорость зависит от размера камня ($d_{\text{расч}}$).

1.3. Последствия волнового воздействия

Разрушение креплений: трещины в бетоне, вымывание обратного фильтра, смещение плит (примеры из водохранилищ Беларуси: «Заславское», «Тетеринская ГЭС» [1]). Размыв каменной наброски при скорости воды $v_{\text{макс}} > v_0$ (не размывающая скорость). **Подъем кривой депрессии**: увеличение гидростатического давления под плитами, что снижает их устойчивость. **Динамическое разжижение грунта**: вибрации от волн могут вызывать разжижение водонасыщенных песков в теле плотины.

1.4. Методы контроля и мониторинга

Для минимизации рисков предлагается система эксплуатационного контроля:

Визуальные осмотры: фиксация трещин, смещений, размывов (ежеквартально и после экстремальных событий).

Инструментальные измерения: нивелирование, теодолитная съемка, замеры прочности бетона; мониторинг волновых параметров (высота, длина, период) с помощью волнографов.

Исследования: анализ гранулометрического состава грунта, замеры волнового давления, оценка динамической устойчивости.

1.5. Критерии надежности

Выделим ключевые требования:

1. $H_{\text{зап}} = 0.1 h_{\text{расч}}$ — для защиты от перелива.
2. Перепад уровней воды под плитой $Z < 4\delta$ (где δ — толщина плиты, м).
3. Скорость волнового потока $v_{\text{макс}} > v_0$, м/с для предотвращения размыва.
4. Ускорение колебаний грунта $a < a_{\text{кр}}$ ($a_{\text{кр}}$ - критическое значение ускорения для разжижения).

1.6. Рекомендации по проектированию и эксплуатации

Учет нерегулярности волнения при расчетах.

Регулярный мониторинг и своевременный ремонт повреждений.

Использование автоматизированных систем для регистрации волновых параметров.

1.7. Примеры из практики

На водохранилище «Заславское» зафиксированы разрушения бетонных плит из-за недостаточного уплотнения швов и волновой эрозии [1].

- На плотине гидроузла №12 «Стахово» наблюдался размыв каменной наброски из-за превышения расчетной высоты волн [1].

Вывод: Ветровое волнение — критический фактор, требующий комплексного

подхода: от точных расчетов на этапе проектирования до систематического мониторинга в эксплуатации. Нарушение норм по запасу высоты или игнорирование динамических нагрузок может привести к авариям, как показано на примерах белорусских гидроузлов.

2. Технический модуль: рассчитывает устойчивость откоса с учетом $Q_{\text{макс}}$ и актуальной розы ветров, определяет коэффициент запаса устойчивости откоса.

Использует уравнения:

Максимальный расход: $Q_{\text{макс}} = f(\text{гидрологические данные})$;

Высота волны: $h_{\text{расч}} \approx (1.6 \div 2.0) \cdot h_{1/3}$;

Коэффициент запаса устойчивости:

$K_{\text{запаса}} = \text{критическая нагрузка/фактическая нагрузка}$.

3. Экономический модуль: проводит технико-экономическое сравнение вариантов, оценивает рентабельность.

В основе модели лежат:

4. Гидродинамические расчеты по методике Zhang (2023) [6]

5. Алгоритмы машинного обучения с долгой краткосрочной памятью (LSTM) для прогнозирования наводнений (Flood Hub);

6. Рекомендации IEA по цифровизации малых ГЭС. Подходы к созданию цифровых двойников [8]

Для калибровки модели использованы:

- Данные мониторинга устойчивости откосов [?]

- Подходы к созданию цифровых двойников [7]

Подход к подобному проекту включает несколько этапов, начиная со сбора и обработки данных, за которыми следует гидрологический анализ, включающий проектирование событий выпадения осадков. Затем он интегрируется с процессом гидравлического моделирования и существующими методами работы с цифровым двойником откосов.

Исследователи из Google AI разработали новую модель машинного обучения (ML), которая может прогнозировать наводнения точнее, чем когда-либо прежде. Модель, основанная на типе искусственной нейронной сети, называемой сетью с долгой краткосрочной памятью (LSTM), может обучаться на основе исторических данных и выявлять закономерности, указывающие на наводнения.

Новая модель была включена в систему прогнозирования наводнений под названием Flood Hub. Flood Hub предоставляет прогнозы наводнений в режиме реального времени на срок до семи дней вперед. Эту информацию могут использовать местные жители для подготовки к наводнениям и спасения жизней.

Комплексная оценка плотин в динамичном и проактивном режиме считается эффективной стратегией для повышения безопасности плотин. Однако существует недостаток эффективных и стандартизированных подходов к управлению информацией, связанной с мониторингом, которые могли бы помочь в получении динамичной и достоверной информации для непрерывной оценки плотин. Учитывая важность цифровых двойников (ЦД) для улучшения интеграции и совместимости данных представлен подход к комплексной оценке плотин на основе ЦД (DT) и метод интеграции данных на основе расширенных отраслевых базовых классов (IFC). В [] представлена новая структура данных и соответствующая стратегия классификации данных, с помощью которых можно эффективно организовать информацию, необходимую для непрерывной оценки. Учитывая, что существующие методы оценки не могут в полной мере охарактеризовать неопределённости в процессе оценки, предлагается комплексная система оценки на основе облачной модели. В этом подходе для оценки точек мониторинга используется облачная модель с несколькими правилами. Кроме того, для оценки показателей, на которые влияют несколько факторов, используются многомерная облачная модель и усовершенствованный метод оценки важности критериев с помощью межкритериальной корреляции (CRITIC).

Результаты тематического исследования подтверждают, что предложенное решение на основе **ДТ** обеспечивает непрерывную оценку безопасности плотин, что способствует автоматизированному и эффективному мониторингу состояния плотин.

Инженерия, связанная со строительством и эксплуатацией гидроэлектростанций и плотин, является сложной и междисциплинарной. Эти сооружения сталкиваются с такими сложностями, как большие размеры, разнообразие строительных систем и необходимость строгого контроля безопасности. Несчастные случаи на этих сооружениях могут быть вызваны проектированием, строительством, эксплуатацией и техническим обслуживанием, что требует применения новых методов для повышения их безопасности (рис. 1). В [12] представлен систематический обзор литературы о том, как BIM используется на гидроэлектростанциях и плотинах, а также описаны основные тенденции и проблемы в этой области. Был проведён библиометрический анализ, оценка качества и обзор литературы (29 релевантных публикаций за период с 2017 по 2023 год), чтобы определить, как и где использовалась BIM, основные программные инструменты, ограничения и извлечённые уроки, а также то, как BIM может способствовать решению проблем безопасности в этих конструкциях. Результаты показали, что BIM использовалась в новых проектах при проектировании и строительстве, а также в существующих конструкциях при эксплуатации и техническом обслуживании. Его использование позволило интегрировать такие технологии, как беспилотные летательные аппараты и цифровые двойники, что упростило сбор данных и управление структурой.

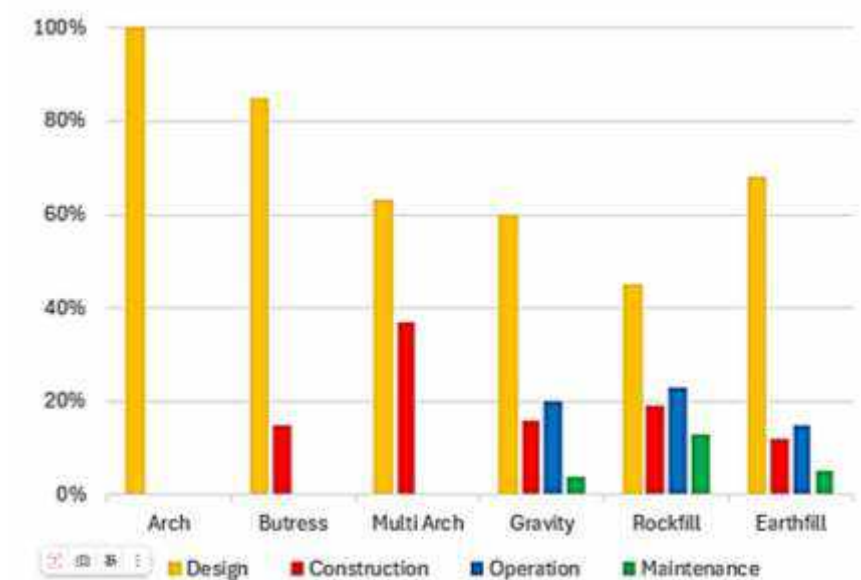


Рис. 1 Организационные причины аварий и типы плотин. Источник: на основе данных Международной комиссии по большим плотинам, ICOLD

Проектирование, строительство и эксплуатация гидроэлектростанций и плотин сложны и требуют междисциплинарного подхода. BIM перспективен для поддержки этих процессов и повышения безопасности сооружений. BIM интегрирует данные и модели, обеспечивая непрерывный поток информации и оптимизируя строительные расходы (рис. 2).

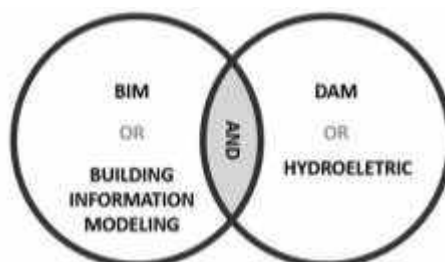


Рис. 2. Стратегия поиска

Выводы. BIM помогает в разработке проектов, строительных процессах, управлении активами и мониторинге гидротехнических сооружений.

Дальнейшее изучение BIM в гидротехнических сооружениях может повысить их безопасность.

Программное обеспечение и функциональная совместимость. Используются различные программные приложения для BIM. Программные инструменты разделены на категории: моделирование, рабочий процесс, облако точек, управление данными, моделирование производительности, моделирование строительства и веб-платформа. Revit наиболее широко используемое программное обеспечение для моделирования.

BIM 360, BIMserver и ProjectWise используются для управления рабочим процессом. WEBGL и WEBGIS упоминаются в категории веб-платформы. Agisoft Metashape используется для обработки облаков точек. MySQL, Matlab и Visual Studio используются для управления данными.

Navisworks выделяется в категории моделирования строительства.

Моделирование включает моделирование зон затопления, осмотра и технического обслуживания оборудования, анализ рисков и взаимозависимостей, метод конечных элементов. Используются различные программы: HEC-RAS, UnrealEngine, Unity, RiskOutlook, Abaqus.

Для совместимости программного обеспечения применяется схема IFC.

Industry Foundation Classes (IFC) — открытый стандарт (ISO 16739), разработанный buildingSMART для обмена данными между различными BIM-программами. В контексте гидротехнических сооружений IFC позволяет: интегрировать данные из CAD, CFD, ГИС и SCADA-систем; сохранять параметры конструкций (геометрию, материалы, нагрузки); обеспечивать сквозную работу с цифровыми двойниками⁴.

Использование BIM. BIM применяется для проектов плотин и гидроэлектростанций. Выделены пять типов использования: новый проект, моделирование «как есть», разработка программного обеспечения, цифровой двойник, моделирование. BIM обеспечивает преимущества на всех этапах проектирования и эксплуатации.

Преимущества BIM. Выявление и разрешение конфликтов между дисциплинами. Оптимизация проектирования и снижение затрат. Интеграция с планированием строительства. Улучшенное управление информацией и контроль документов. Применение BIM для существующих систем **HDS (Hydroelectric Dam Safety)**.

Создание моделей «как есть» для эксплуатации и технического обслуживания. Оценка безопасности и соответствия стандартам. Моделирование методом конечных элементов и зон затопления.

Цифровые двойники. Использование датчиков, искусственного интеллекта и машинного обучения. Синхронный и удалённый анализ данных. Ускоренное принятие решений и координация работы бригад. Географическое распределение. Значительный рост применения BIM в сфере **HDS**. Азия, особенно Китай, лидирует в научном производстве.

Китайская система производства электроэнергии и водосбережения привлекает внимание. Программные приложения. Autodesk отвечает за разработку 9 из 31 инструмента. Revit и Navisworks наиболее популярны. Bentley PowerCivil и ProjectWise также упоминаются. **Технологии поддержки:** использование БПЛА для создания моделей «как есть», мониторинга хода работ, топографических моделей и выявления повреждений. Наземное лазерное сканирование и спутниковые снимки для получения геометрических данных. Ожидается интеграция технологий в методологию BIM для высотных зданий.

Ограничения и уроки использования BIM. Сложность конструкций, несогласованность данных, необходимость специализированных команд и надёжного оборудования.

Безопасность в строительстве с помощью BIM. Оптимизация процессов для

⁴Отраслевой стандарт РСН 41-2023 «Применение IFC в гидротехническом строительстве».

предотвращения ошибок на всех этапах жизненного цикла **HDS**. Моделирование «как есть» для проверки соответствия конструкции и планирования модернизации. Разработка программного обеспечения и инструментов. Создание программного обеспечения, учитывающего специфические потребности **HDS** как Системы безопасности гидротехнических сооружений — это комплексный подход к обеспечению надежности и безопасности плотин и гидроэлектростанций, включающий мониторинг, прогнозирование рисков и превентивные меры. Примеры приведены в таблице 3.

Таблица 3

Инструменты HDS

Инструмент	Применение	Пример использования
HEC-RAS	Моделирование паводков и прорывов	Расчет зон затопления для плотины «Гранд-Диксен» (Швейцария).
QGIS	Экокартографирование	Анализ влияния ГЭС на реку Меконг.
OpenFOAM	Гидродинамика турбин	Снижение кавитации на норвежских ГЭС.
SCADA-системы	Управление оборудованием	Автоматическое отключение турбин при пер

Цифровые двойники для контроля качества и безопасности работ. Интеграция BIM с традиционными методами моделирования. Усовершенствование и упрощение традиционных методов моделирования за счёт интеграции с BIM-моделями. Применение BIM в строительстве плотин. BIM-приложения помогают в решении инженерных проблем при строительстве плотин.

Заключение. Исследование показало, что BIM может помочь в управлении HDS и других инфраструктурных проектах. Перспективы для стандартизации параметров **IFC** для **HDS**.

Примеры внедрения HDS

Китай: Цифровой двойник плотины «Байхэтань» предупреждает о рисках с точностью 95%.

Норвегия: Датчики вибрации на ГЭС «Рёссога» снизили аварийность на 30%.

США: Система FloodHub (на основе ИИ) прогнозирует паводки для 80+ плотин.

В целом, основное преимущество цифровых двойников заключается в том, что они позволяют извлекать пользу из интегрированных наборов данных, что в итоге позволяет отрасли быстрее, качественнее, с меньшими затратами и более экологично создавать, строить, поставлять и эксплуатировать объекты.

Выводы

Результаты исследования показывают, что внедрение цифровых двойников в секторе интеллектуальной инфраструктуры всё ещё находится на начальной стадии. Лидеры отрасли согласовали общие преимущества и проблемы, которые необходимо решить, чтобы вывести отрасль на новый уровень. Дополнительные исследования, посвящённые опыту и обучению в области проектирования и разработки цифровых двойников, будут полезны для отрасли, чтобы сформировать общее представление о том, как справиться не только со сложностями, связанными с предоставлением технических продуктов на основе цифровых двойников, но и с трансформацией отрасли.

Развитие цифровых двойников невозможно без поддержки государства.

Библиографический список

1. Линкевич Н. Н. (2020). Эксплуатационный контроль за состоянием креплений откосов грунтовых сооружений и береговых склонов" / Н. Н. Линкевич // Мелиорация. – 2020. – № 3 (93). – С. 23–34.
2. СП 58.13330.2019. Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. СНиП 33-01-2003" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России

- от 16.12.2019 N 811/пр) (ред. от 09.08.2023)
3. ISO 21650:2007(en). Actions from waves and currents on coastal structures (Воздействия волнителений на прибрежные сооружения)
 4. Жарницкий В.Я., Андреев Е.В. Анализ влияния волновых нагрузок на гидротехнические сооружения // Природообустройство. – 2018 – № 4 – С. 8-14. <https://doi.org/10.26897/19976011/20184814>
 5. 2B Sara Mizar Formentin, Giuseppina Palma, Juan Carlos Alcérreca Huerta, Juan Carlos Alcérreca Huerta, Barbara Zanuttigh. Statistical assessment of the wave loads at walls through two-phase CFD modeling of the effects of air compressibility. Front. Built Environ., 15 November 2023 Sec. Coastal and Offshore Engineering Volume 9 - 2023 | <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1282459>
 6. Zhang, L. (2023). "Advanced Hydroelectric Modeling". Springer Hydro.
 7. IEA (2022). "Digitalization Guide for Small Hydro". Paris.
 8. IEA (2024). "Digital Twins for Hydropower Optimization". Paris.
 9. Das, J., Manikanta, V., Nikhil Teja, K., & Umamahesh, N. V. (2022). Two decades of ensemble flood forecasting: a state-of-the-art on past developments, present applications and future opportunities. Hydrological Sciences Journal, 67(3), 477–493. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.2023157>
 10. Wang, S.; Yang, B.; Chen, H.; Fang, W.; Yu, T. LSTM-Based Deformation Prediction Model of the Embankment Dam of the Danjiangkou Hydropower Station. Water 2022, 14, 2464. <https://doi.org/10.3390/w14162464>
 11. Zhu, X., Bao, T., Yeoh, J. K. W., Jia, N., & Li, H. (2021). Enhancing dam safety evaluation using dam digital twins. Structure and Infrastructure Engineering, 19(7), 904–920. <https://doi.org/10.1080/15732479.2021.1991387>
 12. Chehab Canto Pereira, R., Nogueira de Resende, P., Côrtes Pires, J. R., & Cuperschmid, A. R. M. (2024). BIM-enabled strategies for dams and hydroelectric structures: a comprehensive analysis of applications from design to operation. Architectural Engineering and Design Management, 1–22. <https://doi.org/10.1080/17452007.2024.2386128>
 13. Broo, D. G., & Schooling, J. (2021). Digital twins in infrastructure: definitions, current practices, challenges and strategies. International Journal of Construction Management, 23(7), 1254–1263. <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1966980>
 14. Zheng, X., Lu, J., & Kiritsis, D. (2021). The emergence of cognitive digital twin: vision, challenges and opportunities. International Journal of Production Research, 60(24), 7610–7632. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2014591>

УДК 628.122

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Подольян Д.М., студентка 2 курса магистратуры кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, podolyan_daria@list.ru

Научный руководитель – **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: в работе рассмотрены актуальные экологические опасности металлосодержащих сточных вод и пути их решения.

Ключевые слова: *окружающая среда, тяжёлые металлы, загрязнение окружающей среды*

В настоящее время остро стоит вопрос удаления тяжелых металлов из водных ресурсов, включая поверхностные и сточные воды. Даже незначительные концентрации этих элементов представляют угрозу для водных экосистем и здоровья человека из-за их токсичности. Загрязненные стоки приводят к существенному накоплению тяжелых металлов, особенно свинца и ртути, в водоемах и реках России.

В условиях масштабного влияния человека на окружающую среду качество поверхностных вод зависит не только от природных процессов, но и от антропогенного фактора. Наряду с органическими соединениями, одними из основных загрязнителей водных ресурсов России являются тяжелые металлы, такие как свинец, ртуть и цинк. Водные объекты страны подвергаются значительному антропогенному давлению, проявляющемуся в поступлении загрязненных стоков из различных источников.

Таким образом, актуальность проблемы очистки вод от тяжелых металлов не вызывает сомнений. Целью настоящей работы является анализ имеющейся информации о загрязнении водных ресурсов России тяжелыми металлами, оценка статистических данных и разработка рекомендаций по очистке воды и охране окружающей среды.

Загрязнению водных объектов в значительной степени способствуют сбросы в водные объекты неочищенных сточных вод, которые возникают в результате деятельности предприятий и хозяйственной деятельности человека. Серьезной экологической проблемой является загрязнение вод тяжелыми металлами. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83, большинство из них относится к 1 классу опасности. В природных водах тяжелые металлы не разрушаются, а лишь перераспределяются между составляющими водоемов, изменяя их форму. Из водных систем тяжелые металлы могут включаться в круговорот веществ и мигрировать по трофическим цепям в организм человека при употреблении в пищу рыбных и мясных продуктов.

Большинство тяжелых металлов являются микроэлементами, обеспечивающими протекание ряда биохимических процессов в организме человека. Однако чрезмерное его накопление может привести к нарушению обмена веществ. При кумулятивном действии металлы могут обладать канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами.

Пути попадания тяжелых металлов в водоемы делятся на два вида: природные (к данному виду относятся эрозийные процессы почв, деятельность вулканов, а также выветривание горных пород); техногенные (транспорт, сельское хозяйство, сжигание различного вида топлива, добыча полезных ископаемых). Глобальное загрязнение способны вызвать так же аэрозоли, которые могут переноситься на значительные расстояния. Другая часть выбросов может способствовать образованию опасных загрязнений во время физико-химических процессов.

Главная опасность тяжелых металлов заключается в их кумулятивном эффекте, то есть способности накапливаться в организме. Это создает риски для здоровья, так как ионы металлов откладываются в тканях и органах и, достигая критической массы, могут вызывать генетические изменения. Особенно восприимчивы к этому печень и почки, чьи фильтрующие способности снижаются. Специфика воздействия и источники загрязнения воды разнятся в зависимости от металла.

Свинец проникает в воду вследствие разрушения водопроводных систем или вымывания из почвы. Проблема со свинцом в том, что кипячение не устраняет его из воды, а, напротив, увеличивает его содержание из-за уменьшения объема жидкости.

Кобальт, как правило, попадает в водные ресурсы из-за расположенных рядом промышленных объектов. Интоксикация кобальтом чревата сердечной недостаточностью, нарушениями в работе щитовидной железы, снижением аппетита и обоняния, а в отдельных случаях и приступами астмы.

Избыток цинка негативно сказывается на иммунной системе и может провоцировать астматические проявления.

Кадмий загрязняет воду, просачиваясь со свалок и с предприятий металлургии. Данный крайне токсичный элемент поражает органы дыхания, пищеварительный тракт, а также центральную и периферическую нервную систему. Продолжительное влияние кадмия способно вызвать анемию.

Ртуть, металл в жидком агрегатном состоянии, загрязняет водные ресурсы как из естественных, так и из промышленных источников. Этот чрезвычайно ядовитый элемент может иметь как природное, так и техногенное происхождение. Ртуть приводит к отравлениям и вызывает дисфункцию нервной системы.

Одной из важных причин загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами является жизнедеятельность человека. Ведущими источниками загрязнения являются автотранспорт, металлургическая, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, сельское хозяйство, а также переработка мусора.

Сточные воды гальванических цехов, электротехнического производства, черной и цветной металлургии – все это является значительным источником поступления тяжелых металлов в окружающую среду, включая водоемы.

Кроме того, в сельском хозяйстве активно используются пестициды и удобрения, которые, попадая в водоемы через стоки с сельскохозяйственных угодий, способствуют их загрязнению тяжелыми металлами-токсикантами.

Все транспортные средства составляют целых 50% всех выбросов в атмосферу. Котельные, работающие на твердом и жидком топливе, также выступают источником оксидов и тяжелых металлов.

Сжигание мусора негативно сказывается на окружающей среде, в процессе которого экосистемы загрязняются свинцом, ртутью,

УДК 626.627

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ И УПРАВЛЕНИЮ ВОДОПОДПОРНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Старовойтов Александр Борисович, аспирант кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mr.starovoitov2015@bk.ru

Научный руководитель - Фартуков Василий Александрович, доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, fartukov@rgau-msha.ru

Аннотация: исследование посвящено возможностям применения цифровых двойников для повышения безопасности и эффективности эксплуатации водоподпорных гидротехнических сооружений. Рассматриваются основные принципы работы цифровых двойников. Особое внимание уделяется преимуществам использования цифровых двойников для мониторинга и управления водоподпорных гидротехнических сооружений.

Ключевые слова: водоподпорные гидротехнические сооружения, цифровой двойник, мониторинг, управление, безопасность, гидравлические процессы, инновационные технологии.

Водоподпорные гидротехнические сооружения (ВГС), такие как плотины, дамбы и водохранилища, играют ключевую роль в обеспечении водоснабжения, энергетики и защиты

территорий от наводнений. Однако их безопасность и эффективность эксплуатации зависят от множества факторов: природных (паводки, землетрясения), техногенных (износ конструкций) и антропогенных (изменение климата). Традиционные методы мониторинга и управления ВГС часто не обеспечивают достаточной точности и оперативности. В связи с этим актуальным становится внедрение инновационных технологий, таких как цифровые двойники, которые позволяют создать виртуальную модель объекта, объединяющую данные реального времени, физические законы и алгоритмы искусственного интеллекта.

Целью настоящей статьи является рассмотрение инновационных подходов к мониторингу и управлению ВГС на основе цифровых двойников, а также выявление их преимуществ для повышения безопасности и эффективности эксплуатации.

Цифровой двойник представляет собой модель физического объекта или процесса, которая даёт возможность производить анализ состояния рассматриваемого явления или объекта, производить необходимые прогнозы и оптимизировать работу. В контексте исследования цифровой двойник может состоять из нескольких компонентов.

Компонент, отвечающий за сбор данных, должен осуществлять интеграцию данных получаемый с датчиков и внешних информационных источников.

Компонент содержащий набор численных моделей и алгоритмов для анализа состояния объектов.

Компонент, занимающийся обработкой данных, имеет возможность предоставить оператору способ взаимодействия с моделью для внесения корректировок или ознакомления с полученными данными.

Главный принцип работы цифрового двойника основан на возможности круглосуточного сбора, обработки, анализа и предоставления итогового заключения по реальному состоянию объекта. При возникновении каких-либо отклонений, на основе данной технологии есть возможность разработать оперативное решение и увидеть предварительный результат, до использования на обслуживаемом физическом сооружении.

Внедрение цифровых двойников предоставляет ряд значительных преимуществ. Моделирование гидравлических процессов на основе реальных данных с объекта позволяет в реальном времени прогнозировать возможные чрезвычайные ситуации. Помимо помощи в случае непосредственной угрозы сооружению, цифровые двойники позволяют снизить риск аварии на протяжении всего периода эксплуатации сооружения. Применение информационных технологий позволит оптимизировать режим работы гидравлического сооружения, благодаря возможности анализировать на модели возможные изменения в эксплуатации. В долгосрочной перспективе применение цифрового двойника позволит уменьшить затраты, которые неизбежно возникают в случае аварий. Для наглядного сравнения методов мониторингов ниже представлена (таблица 1).

Таблица 1

Результаты внедрения цифрового двойника

Объект	Технология	Результат внедрения ЦД
Саяно-Шушенская ГЭС	ЦД + IoT	снижение времени диагностики На 50%
Плотина Гувера (США)	ЦД + BIM	Уменьшение затрат на обслуживание на 20%

Также на основании применения новых методов мониторинга можно произвести сравнение традиционных методов и метод цифрового двойника(таблица 2).

Сравнение методов мониторинга

Критерий	Традиционные методы	Цифровые двойники
Частота обновления данных	1 раз/сутки	Реальное время
Точность прогноза	$\pm 15\%$ (экспертная оценка)	$\pm 5\%$ (ML-модели)
Реакция на аномалии	2–24 часа	<1 часа
Стоимость внедрения	\$50–100 тыс.	\$200–500 тыс.

Инновационные подходы к мониторингу и управлению водоподпорными гидротехническими сооружениями на основе цифровых двойников позволяют значительно повысить их безопасность и эффективность эксплуатации. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку методологии создания цифровых двойников и оптимизации алгоритмов обработки данных.

Библиографический список

1. Дробаденко, В. П. Гидротехнические сооружения при открытой геотехнологии : учебник / В. П. Дробаденко, В. Е. Кисляков, О. А. Луконина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-4355-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122147>
2. Ткачев, А. А. Гидротехнические сооружения : учебное пособие / А. А. Ткачев. — Новочеркасск : Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ, 2019. — 178 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134788>
3. Чудновский, С. М. Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений : учебное пособие / С. М. Чудновский. — 2-е изд. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 148 с. — ISBN 978-5-9729-0318-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124655>
4. Сапцин, В. П. Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений : учебное пособие / В. П. Сапцин. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-8158-1632-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90182>
5. Эксплуатация сооружений систем инженерной защиты : учебное пособие / О. В. Михеева, Е. Н. Миркина, С. С. Орлова, Т. А. Панкова. — Саратов : Вавиловский университет, 2022. — 211 с. — ISBN 978-5-9999-3528-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/288251>
6. Эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений : учебное пособие / Ф. К. Абдразаков, Т. А. Панкова, О. В. Михеева, С. С. Орлова. — Саратов : Вавиловский университет, 2018. — 142 с. — ISBN 978-5-9999-2968-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137525>

УДК 627.51

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ЗАТОПЛЕНИЮ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЕДИНОВСКОЙ ПОЙМЫ

Каракулов Фёдор Андреевич, аспирант ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова», karakulov.fyodor@yandex.ru

Аннотация: В статье приводится описание результатов исследования затоплений сельскохозяйственных мелиорируемых территорий, расположенных в Дединовской пойме Луховицкого м.о. Московской области, в результате прохождения весеннего паводка р. Ока. Описаны площадь сельхозугодий, объекты инфраструктуры, объекты гидромелиоративной сети, а также населённые пункты подверженные затоплению. Приведён список предварительных мероприятий, способствующих уменьшению площади затопления при повторном прохождении весеннего паводка.

Ключевые слова: пойма, зона затопления, анализ спутниковых снимков, гидромелиоративная система.

Введение. Весеннее половодье на крупных реках нашей страны представляет собой большую опасность для человека и окружающей среды. Основные риски и негативные последствия этого явления: затопление территорий, опасность жизни и здоровья людей, разрушение инфраструктуры, экологические и социальные последствия, экономические потери. Своевременная подготовка и соблюдение мер безопасности помогут свести риски к минимуму и сохранить жизнь и здоровье людей. В статье приводится описание прохождения весеннего половодья на территории Дединовской поймы Луховицкого м.о. Московской области, зон затопления, состояния гидротехнических объектов гидромелиоративной системы (ГМС), а также предлагаемых мероприятий с целью защиты сельскохозяйственных угодий от затопления.

Работа выполнена по теме ««Исследование водного обмена мелиорируемого агроландшафта с применением цифровых технологий и имитационного моделирования для условий Российской Федерации ...» (FGUF-2024-0001)» в рамках национального проекта «Наука и университеты» в 2024 году «Созданы новые лаборатории, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей».

Цель и задачи. Целью исследования является изучение зон затоплений и последствий прохождения весеннего половодья на территории сельскохозяйственных угодий Дединовской поймы. Задачи исследования:

- определить площадь затапливаемых земель, в том числе сельскохозяйственных угодий, территорий с жилыми застройками, транспортных и иных логистических объектов;
- определить основные объекты гидромелиоративной системы Дединовской поймы, способствующие отводу паводковых вод с территории, определить их техническое состояние и работоспособность;
- предложить предварительные мероприятия по защите территории поймы от затопления паводковыми водами.

Материалы и методы. В процессе исследований и написания статьи для отображения и визуализации зон затопления использовались космоснимки Landsat с привязкой геокоординат местности, датированные апрелем 2024 года [5]. Состояние объектов гидромелиоративной системы было определено в результате рекогносцировочных обследований, проводимых в 2024 году сотрудниками лаборатории исследования водного обмена агроландшафта ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова».

Результаты исследования. При изучении динамики формирования весеннего половодья на р. Ока был рассмотрен ряд наблюдений поднятия уровней воды с 1971 года по настоящее время [1, 4]. В результате было выявлено, что затопление в пойме происходило в 50% рассматриваемых годов со средней продолжительностью в 10-16 дней. За последние годы затопления наблюдались в 2012, 2013, 2018, 2022-2024 гг. Пик прохождения половодья и площадь затопления отчётливо видны на космоснимке представленном на рисунке 1, на котором синими линиями обозначены каналы гидромелиоративной сети, зеленым цветом выделена зона затопления поймы.

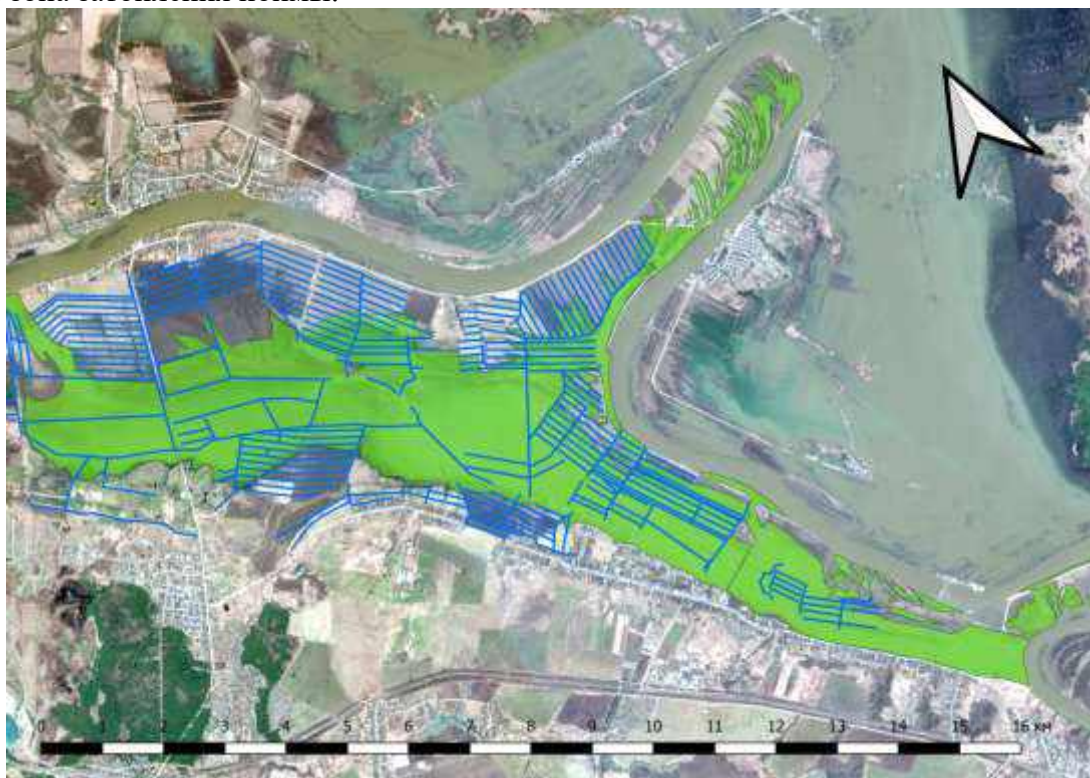


Рис. 1 Космоснимок Landsat 10.04.2024.

Площадь затопленных сельскохозяйственных угодий составила 33,3 км² из их общей площади в 56 км², в процентном соотношении это значение достигает 60%. Затопление населённых пунктов не наблюдается, что подтверждается при изучении карт с рельефом местности. Жилые зоны расположены на значительном возвышении вдоль берега р.Ока, где так же устроена насыпь автотрассы, препятствующая разливу половодья вдоль берега на протяжении 8 км. Во время прохождения половодья затапливаются следующие транспортные объекты: Ловецкая паромная переправа, правобережная часть гидроузла Белоомут, Белоомутская паромная переправа, а также часть автомобильных дорог примыкающих к этим объектам. В связи с этим транспортное сообщение на период половодья между поселениями Дединово, Красная пойма, Белоомут, Фруктовая неосуществимо на гражданском транспорте. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций, эвакуация населения возможна только с помощью спецтранспорта спасательных служб.

В зоне затопления находятся 17 основных крупных сбросных каналов и 116 небольших сбросных каналов различного порядка. На большинстве каналов расположены трубопереезды, многие из которых не функционируют, в связи с разрушением, заилением, либо консервацией. Самый крупный магистральный канал длиной в 9 км, а также прилегающая к нему территория полностью затапливаются во время прохождения половодья. На канале расположены 2 трубопереезда диаметрами 1000 и 900см. Трубопереезды незаилены, в отличие от русла канала, где наблюдается отложения наносов

до 1 м в начальном и конечном участках. В результате турбулентных потоков разрушен водобойный колодец на одном из трубопереездов, который проложен под автотрассой. Прохождению потока воды по каналу в начальном участке длиной в 3,5 км препятствуют возведённые бобровые плотины, создающие подпор уровня воды до 2 м [2, 3]. В целом в зоне затопления находятся 60 нефункционирующих трубопереездов, препятствующих свободному отводу воды и тем самым продлевающих длительность прохождения половодья.

Среди мероприятий по противодействию затоплению территории поймы предварительно предлагается провести следующие работы:

- ликвидирование разрушенного участка берега р. Ока, западнее от поселения Дединово. На космоснимке отчётливо видно место перелива воды из реки на пониженную болотистую местность, с дальнейшим разливом на сельскохозяйственные участки. Предлагается создание грунтовой насыпи вдоль берега р.Ока с укреплением откосов лесозащитными посадками и каменной отсыпкой. Устранение естественного понижения рельефа с вырубкой участков древесной растительности. Устранение заиления магистрального канала и естественных препятствий движения воды на нём. Осуществление данных мероприятий приведёт к снижению площади затопления сельскохозяйственных территорий на 3,5 км².

- создание укреплённой насыпи вдоль берега р. Ока с автодорожным покрытием на протяжении 4 км, аналогичной насыпи описываемой ранее, и которая, по итогу, будет являться берегозащитным сооружением и повышением рельефа на восточной части поймы. Создание насыпи приведёт к снижению площади затопления сельскохозяйственных территорий на 2,5 км², а также улучшит транспортное сообщение на территории поймы.

- для увеличения объёмов и скорости сброса воды с территории необходима очистка русел магистральных и сбросных каналов. В первую очередь - это магистральные каналы и осушительные коллекторы. Необходимые мероприятия: удаление деревьев в профилях каналов, удаление ТБО в руслах каналов, удаление обломков ж/б плит, установка водобойных колодцев вместо разрушенных, восстановление профилей каналов к проектным значениям, укрепление откосов магистральных каналов с применением современных способов и методов повышения устойчивости при турбулентных потоках.

- для предотвращения затопления большей части территории поймы требуется провести обширный комплекс берегозащитных работ на протяжении 10 км вдоль русла р. Ока. На космоснимке видно множество небольших мест перелива воды на пойму, что в сумме приводит к затоплению практически всей восточной части, с дальнейшим движением воды по понижениям в рельефе к центральной и западной частям. Особенное внимание следует уделить месту впадения р. Вобля в р. Ока. На этом участке, на протяжении 800 м береговой линии, происходит наибольший фронт перелива воды из русла реки в пойму. Сложность решения данной проблемы сравнима с её стоимостью при реализации. Из первичных проводимых мер можно предложить постепенную ликвидацию небольших мест с переливами воды, посредством создания грунтовых насыпей с укреплением откосов лесозащитными посадками. Для ликвидации крупного прорана требуется сложный и качественно продуманный в проектировании объект, удовлетворяющий требованиям безопасности и надёжности при сдерживании потока.

Выводы. Активное применение агромелиоративных приёмов на территории Дединовской поймы насчитывает около 90 лет [2]. За это время была создана обширная сеть оросительных и сбросных каналов, несколько насосных станций, крупное племенное хозяйство крупного рогатого скота, а также множество частных фермерских хозяйств. Весеннее половодье влияет не только на сельхозпроизводителей, но и на жителей близлежащих поселений, оказывающихся в окружении половодных вод на несколько недель. При осуществлении мер по противодействию затоплению рассматриваемых территорий решаться и транспортно-логистические и производственные проблемы весеннего периода,

при условии, что проводимые мероприятия не создадут ущерб экологии региона и опасности жизни и здоровью людей.

Библиографический список

1. Дединовская опытная станция по пойменному луговодству и ОПХ "Красная пойма" / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса; [Сост. И. С. Свиридов и др.]. - Москва: Моск. рабочий, 1986. - 37 с.
2. Результаты обследований гидромелиоративной системы правобережной части Дединовской поймы Оки / Ю. С. Кузнецов, Ф. А. Каракулов, А. Ю. Кульчев [и др.] // Сельский механизатор. – 2024. – № 12. – С. 44-45. – DOI 10.47336/0131-7393-2024-12-44-45. – EDN GNEOCR.
3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625364 Российская Федерация. «Геоинформационная система мелиорированного агроландшафта правобережной части Дединовской поймы р. Оки» : № 2024624995 : заявл. 06.11.2024 : опублик. 20.11.2024 / А. А. Бубер, Ю. П. Добрачев, А. Ю. Кульчев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова». – EDN HRZKBL.
4. Сводка измерений по гидропосту г.Кашира на р.Ока. URL: <https://allrivers.info/gauge/oka-kashira>
5. Landsat image gallery. URL: <https://landsat.visibleearth.nasa.gov/index.php?p=260>

УДК 528.77:626.627

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЭРОЗИИ БЕРЕГА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЮ

Семенова Кристина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kristi11.05.88@yandex.ru

Аннотация: Алгоритм мониторинга эрозии берега включает использование карты водного индекса WRI и топографической карты для определения направления стока. Карта вегетационного индекса, совмещенная с топографической картой, помогает оценить степень залесенности и устойчивость откосов. Определив зоны интенсивного стока и участки с редкой растительностью, можно выявить места, наиболее подверженные поверхностной эрозии. При выявлении зон с развивающейся эрозией представлены берегоукрепительные мероприятия, включающие в себя различные габионные конструкции.

Ключевые слова: Landsat, EarthOpenTopography, эрозия, влажность, берегоукрепление

Водная эрозия на поверхности земли развивается главным образом из-за способности почвы перемещать и удерживать воду, зависит от её физико-химических свойств, а также от развитой корневой системы растительности, которая помогает сдерживать эрозию. Процесс эрозии сложно отследить и определить основные причины её возникновения из-за множества влияющих факторов. Сейчас для мониторинга эрозии различных территорий используют данные дистанционного зондирования земли.

Геометрия береговой линии рек формируется под влиянием эрозии, суффозии, абразии и оползней. Важную роль играют сезонные и годовые изменения стока в результате регулирования его человеком и природных факторов. Эрозия зависит от состава почвогрунтов и растительности, а также от хозяйственной деятельности. На участках с зарегулированным водным потоком (близ водохранилища) берега защищены от резких

перепадов уровня воды и переменчивого течения. Однако большинство обрушений происходит из-за поверхностного стока на незакрепленных берегах.

Для анализа состояния берега применялись снимки Landsat. На их основе построены карты индексов. В программе QGIS для построения карты рельефа использовались данные из Earth Open Topography.

На основе анализа большого количества водных индексов принят водный индекс WRI карта [1]. Она позволяет точно определить границы увлажнения поверхности земли и скопления влаги. Совместив эту карту с топографической картой местности (рис. 1), можно выявить формирование стока. Зеленый цвет указывает на слабое увлажнение и сниженный сток, а голубой— на увлажненные участки.

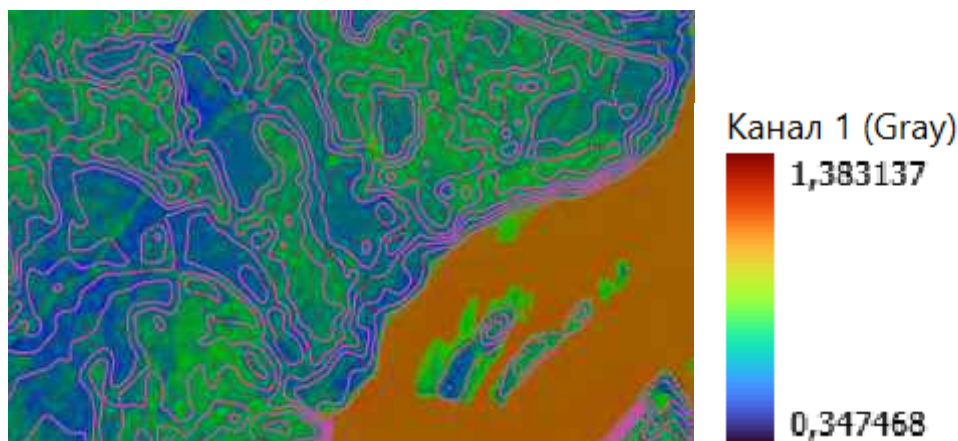


Рис. 1 Совмещенная карта водного индекса WRI и рельефа местности

Вегетационный индекс NDVI показывает, сколько фотосинтетически активной биомассы есть на участке. Он оценивает плотность растительного покрова по содержанию хлорофилла: чем темнее цвет, тем гуще растительность. Самые устойчивые откосы защищены густым лесом на вершине и по склону. Определив зоны интенсивного стока и участки с редкой растительностью, можно выявить места, страдающие от поверхностной эрозии.

Выявленные эрозионные участки подтверждены результатами натурного обследования и снимками берегов р. Волга на территории Юрьево-Девичьевского сельского поселения Тверской области [1]. Согласно карте WRI были выделены участки берега, страдающие от водной эрозии с водосбора, значения которой составили 0,53 до 0,71. Далее на основе натурных обследований выделены 3 участка берега: пляжная зона, участки, не испытывающие эрозию, и участки с развивающейся эрозией. В пляжной зоне на основе обследования интенсивность смыва составила около 0,15 т/га в год [2], эрозия отсутствует, значения NDVI стремятся к 0,175, склон берега защищен густой лесной растительностью. Участок берега, не испытывающий эрозию, хорошо укреплен со стороны водосбора растительностью, значения NDVI стремятся к 0,164. Интенсивность смыва составила 0,3. Участок берега с развивающейся эрозией, интенсивность смыва составила 3,63 т/га в год. Лесопосадка редкая, NDVI стремится к 0,076.

Пляжная зона не нуждается в дополнительном укреплении. Для закрепления берега, страдающего от интенсивной водной эрозии и хозяйственным использованием, предлагается применение берегоукрепления из миксированных габионных конструкций или с использованием типизированных укреплений из габионов (габионные матрасы и тюфяки; коробчатые и цилиндрические габионы; армирующие системы; биоинженерные системы и пр.), а также «Габионы Маккаферри СНГ», «Реконструкция», «Габиком», «Берег» и др. как отдельно, так и в комбинации с геосинтетическими или геокомпозитными материалами (георешётки, геомембраны, геоматы, бентоматы, геотубы и т.д.)[3].

Для предлагаемой базовой конструктивной схемы из габионных элементов был составлен алгоритм расчёта берегоукреплений, заключающийся в правильном выборе проектных данных (размера камня, параметров габионных структур – толщины матраца, длины и ширины элементов, типа сетки и проволоки, заполнителя); величины касательных напряжений; проверки на возможность появления деформаций; проверки на размыв скорости под матрасами на границе габион-грунт.

Библиографический список

1. Семенова, К. С. Мониторинг состояния берега водных объектов с использованием данных дистанционного зондирования и организация противоэрозионного берегоукрепления / К. С. Семенова, О. Н. Черных // Природообустройство. 2025. № 2. С. 77-86.
2. Экология эрозионно-русловых систем России / М.Ю. Белоцерковский, К.М. Беркович, О.В. Виноградова, Н.Г. Добровольская, Л.В. Злотина, Е.Ф. Зорина, Н.Н. Иванова, З.П. Кирюхина, С.Н. Ковалев, Л.Ф. Литвин, А.Ю. Сидорчук, Р.С. Чалов, А.В. Чернов; Подред. Р.С. Чалова. М.: Географический ф-т МГУ, 2002. 163 с.
3. Черных, О. Н. Берегоукрепительные конструкции водных объектов: учебное пособие / О. Н. Черных, Н. В. Ханов, Н. В. Бурлаченко. Том Часть 1. – М: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. 164 с.

УДК: 504.05/06; 556

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАСЕЙНЕ РЕКИ НИГЕР В ПРЕДЕЛАХ ГВИНЕЙСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Силла Амаду, аспирант кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева amadousylla165@gmail.com
Научный руководитель - **Матвеева Татьяна Ивановна**, к.т.н., доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, timatveeva@rgau-msha.ru

Аннотаци: В статье рассматривались вопросы рационального использования водных ресурсов бассейна реки Нигер в пределах Гвинеи. Интенсивность использования ресурсов создает значительные проблемы связанные с неэффективными методами орошения в сельском хозяйстве забирая львиную долю всего водопотребления. В заключении сделаны выводы о дальнейшем рассмотрении возможности обеспечить устойчивое управление ресурсами.

Ключевые слова: водные ресурсы, Нигер, сельское хозяйство, ирригация, устойчивое управление, расход.

Река Нигер, третья по длине река в Африке, протяженностью около 4100 км, берет начало в Гвинейском нагорье, затем протекает через несколько стран Западной Африки и впадает в дельту Нигера в Нигерии [1, 2]. В Гвинее бассейн реки и ее притоки играют центральную роль в экономическом, социальном и экологическом развитии страны, обеспечивая водой сельское хозяйство, рыболовство, гидроэнергетику, бытовое водоснабжение и транспорт.

Этот ресурс, являющийся истинным «источником жизни» для миллионов людей, однако, подвержен многочисленным нагрузкам: росту населения, расширению сельскохозяйственной и промышленной деятельности, модернизации водоснабжения и

последствиям изменения климата, которые изменяют характер осадков и усиливают изменчивость стока [1, 2].

Учитывая эти проблемы, устойчивое и комплексное управление водными ресурсами бассейна Нигер становится национальным и региональным приоритетом. В Гвинее в настоящее время реализуются инициативы по восстановлению экосистем, улучшению управления водными ресурсами и использованию потенциала реки при сохранении ее биоразнообразия и средств к существованию прибрежного населения [1].

В этой статье предлагается проанализировать использование водных ресурсов в водоразделе реки Нигер, выделив способы использования, проблемы и перспективы устойчивого и справедливого управления.

В качестве района исследования был выбран водораздел реки Нигер в Гвинейской Республике, включая ее основные притоки, такие как Тинкиссо, Мило, Ниандан и Санкарани (рис.1). Этот регион охватывает несколько гидрографических суббассейнов, характеризующихся климатическим, географическим и гидрологическим разнообразием.



Рис 1.Водораздел реки Нигер и ее притоков в Республике Гвинея

Среднемесячные данные о стоке четырех основных притоков Нигера в Гвинее были собраны с гидрометрических станций, расположенных в бассейне (станции Курусса, Сигири, Баро, Канкан и т. д.).

Были проведены опросы населения прибрежных районов, фермеров, управляющих водной инфраструктурой и местных органов власти для сбора информации об использовании водных ресурсов путем определения потребления воды по секторам, методов ведения сельского хозяйства, потребностей в энергии и возникающих ограничений [3].

Использование GPS и спутниковых данных для точного определения местоположения пунктов отбора проб и инфраструктуры (плотин, орошаемых периметров).

Потребление воды в водосборном бассейне реки Нигер свидетельствует о значительном распределении потребления воды по секторам. Действительно, 70 % воды используется в сельском хозяйстве, что подчеркивает зависимость местных сообществ от

этого сектора в качестве источника средств к существованию. Промышленность потребляет 20 % этого ресурса, в то время как домашние хозяйства используют только 10 %. Такое распределение подчеркивает решающее значение сельского хозяйства в повседневной жизни и местной экономике, требующее эффективного и устойчивого управления водными ресурсами для удовлетворения этих основных потребностей [3,5].

За последнее десятилетие спрос на воду из реки Нигер в Гвинее значительно увеличился, в среднем ежегодно увеличиваясь на 5 %, потребление по годам представлено в таблице 1. Эта тенденция обусловлена ростом населения, быстрой урбанизацией и интенсификацией методов ведения сельского хозяйства, что отражает растущие потребности населения в воде и экономической деятельности. Поэтому крайне важно адаптировать управление водными ресурсами для удовлетворения этого растущего спроса при сохранении экологической устойчивости и обеспечении справедливого снабжения для всех пользователей [4].

Таблица 1

Потребление воды по секторам, млн. м³

Год	Сельское хозяйство	Домохозяйства	Промышленность	Всего
2010	2500	60	120	2680
2011	2550	63	125	2738
2012	2600	66	130	2796
2013	2700	70	140	2910
2014	2750	73	145	2968
2015	2800	76	150	3026
2016	2950	80	165	3195
2017	3000	83	170	3253
2018	3100	86	180	3366
2019	3200	90	190	3480
2020	3250	94	200	3544
2021	3350	100	210	3660
2022	3420	105	220	3745
2023	3500	110	230	3840

Анализ стоков основных притоков реки Нигер в Гвинее имеет решающее значение для понимания гидрологической динамики этого региона. Сосредоточив внимание на ключевых точках, таких как Нигер в Куруссе, Ниандан в Баро, Мило в Канкане и Нигер в Сигири, это исследование направлено на оценку изменений стока и их воздействия на окружающую среду, сельское хозяйство и водоснабжение с учетом климатических проблем и люди [2].

Анализ среднемноголетнего стока четырех основных притоков реки Нигер в пределах Гвинеи выявляет заметные колебания в течение года, в основном обусловленные сезонами дождей. Низкий расход воды в Нигере в Куруссе наблюдается в апреле 8,8 м³/с, а максимальный — в сентябре 682 м³/с, при этом среднегодовой расход в этом створе составляет 232 м³/с. Аналогично, Ниандан в Баро — 14,6 м³/с в апреле и достигает пика в 679 м³/с в сентябре, показывая среднегодовое значение 215 м³/с. Расход воды в реке Мило в Канкане имеет минимум в апреле — 16 м³/с, максимум в сентябре — 599 м³/с, а среднегодовой расход — 177 м³/с. Напротив, у реки Нигер в районе Сигири в апреле 44 м³/с и до впечатляющего пика в 3304 м³/с в сентябре, а среднегодовой расход составляет 948 м³/с.

Эти данные подчеркивают важность сезонов дождей для доступности водных ресурсов, необходимых для сельского хозяйства и других нужд в регионе.

Гидроэнергетика, хотя и является возобновляемым источником энергии, часто имеет приоритет, что нарушает баланс в управлении водными ресурсами и оказывает влияние на сельское хозяйство и рыболовство. Такие проекты, как плотина Фоми, направлены на максимальное использование гидроэлектроэнергии, но для устойчивого управления важно найти баланс между потребностями в энергии и другими видами использования [6, 7].

В заключение следует отметить, что управление водными ресурсами реки Нигер в пределах Республики Гвинея имеет решающее значение для поддержки сельского хозяйства. Значительное увеличение спроса на воду в связи с ростом населения и урбанизацией требует комплексного подхода, чтобы избежать конфликтов между фермерами, рыбаками и промышленностью по поводу водопользования. Анализ притоков выявляет значительные сезонные колебания, подчеркивая влияние сезонов дождей на доступность воды. Крайне важно согласовать потребности в гидроэлектроэнергии с потребностями сельского хозяйства и рыболовства, чтобы обеспечить устойчивое управление ресурсами.

Библиографический список

1. Sidi Diallo., 2015. Le fleuve Niger, une richesse pour la région du Sahel. Mali. <https://ml.chm-cbd.net/fr/le-fleuve-niger-une-richeesse-pour-la-region-du-sahel>
2. Bank mondial. 2020. La modélisation et un processus de décision renforcé au secours de l'écosystème du bassin du Niger. <https://www.ciwaprogram.org/fr/blog/la-modelisation-et-un-processus-de-decision-renforce-au-secours-de-lecosysteme-du-bassin-du-niger/>
3. Hamidou Bah, Abdoulaye Cissé, Diawadou Diallo, Dites Saran Condé. «DIAGNOSTIC DU NIVEAU DE DEGRADATION DE LA TETE DE SOURCE DU FLEUVE NIGER DANS LA COMMUNE RURALE DE KOBIKORO EN REPUBLIQUE DE GUINEE». Journal international de recherche avancée , vol. 12, no. 10 octobre 2024, pp. 1621-1632. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.21474/IJAR01/19795>
4. L. Ferry, M. Mietton, N. Muther et D. Martin , Le Niger supérieur et moyen (Guinée et Mali) : une ressource vitale dans un contexte de grande vulnérabilité. Niger / Dynamiques Environnementales, Juin 2012, 29 pp. 16- 79.
5. Vaucelle, Sandrine Le fleuve Niger et son bassin : aménagements, gouvernance et stratégies d'adaptation au changement climatique // Cahiers d'Outre-Mer , vol. 68, no. 270, avril 2015, pp. 243-270. DOI.org (Crossref) , <https://doi.org/10.4000/com.7458>
6. Direction Nationale d'Énergie-Ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique. Projet d'aménagement hydroélectrique de Fomi [Internet]. [cited 2018 Sep 16]. Available from: <http://www.invest.gov.gn/document/projet-hydroelectrique-de-fomi>
7. GIZ. Cooperation allemande, Profil Nexus Eau-Energie-Sécurité Alimentaire du Bassin du Niger, October 2018. Pages 8. https://uploads.water-energy-food.org/legacy/nexus_profile_niger_basin_french.pdf

УДК 502/504: 621.644: 532.54

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУЛЬСАЦИОННЫХ НАГРУЗОК ПРИ РАСЧЁТЕ ВОДОБОЙНОГО УЧАСТКА ВОДОСБРОСОВ

Бурлаченко Ярослав Юрьевич, соискатель кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, yaroslav.burlachenko@sneak-mail.ru

Аннотация: Даны рекомендации по прогнозу пульсационных нагрузок и расчёту водобойных плит с гасителями энергии, в том числе и с безэрозионными, за водосбросами. В результате расчёта и гидродинамических исследований подобрана конструкция колодца, до

сих пор не встречающаяся в практике строительства устройств нижнего бьефа ирригационных гидроузлов. Определена для расширяющегося водобойного участка необходимая толщина.

Ключевые слова: водобой, пульсационная нагрузка, плиты крепления, гасители.

В настоящее время имеется целый ряд исследований, посвящённых изучению гидродинамических нагрузок на водобой и подбору конструкций креплений нижнего бьефа как открытых, так и закрытых (трубчатых) водосбросов [1-5]. Однако не все случаи, встречающиеся в практике, рассмотрены, и, как правило, при проектировании ответственных гидроузлов, прибегают к научным исследованиям, позволяющим для данного конкретного случая получить оптимальную конструкцию водобойного колодца. Критериями при выборе оптимальной конструкции являются наиболее эффективное гашение избыточной энергии, равномерное распределение потока на рисберме, отсутствие сбойности потока при всех перечисленных условиях. Нагрузки на плиты при этом определяются расчётом по результатам экспериментальных измерений характеристик пульсации давления «в точках».

Так особыми условиями для водобойного колодца четырёхпролётного трубчатого водосброса Нижне-Кафирниганского ирригационного гидроузла являлись условия его удовлетворительной работы в большом диапазоне напоров (строительный и эксплуатационный случай) и при маневрировании затворами (любые комбинации открытых и закрытых пролётов). В этом случае на модели с учётом предварительной разрезки плит водобойного колодца (рис. 1) измерялись корреляция между датчиком, установленным в центре первой плиты и остальными датчиками [1,5]. Несмотря на то, что значения стандартов пульсации в некоторых случаях были значительными – более $0,1(\rho V_1^2/2)$, где V_1 – скорость в сечении на входе в водобой (или на выходе из труб в случае трубчатого водосброса [1,2,5]) практически для всех рассматриваемых режимов корреляция либо была мала, либо, в основном, отсутствовала вообще. Это говорит об интенсивных процессах осреднения (перемешивания), особенно поперёк потока. Даже для рядом расположенных датчиков для режима №1 корреляция отрицательная, что объясняется наличием промежуточных источников возмущения. Турбулентность здесь явно пространственная. Анализ показывает, что пространственная корреляция имеет несимметричную форму. Вдоль потока корреляция изменяется менее резко чем поперёк (рис. 1).

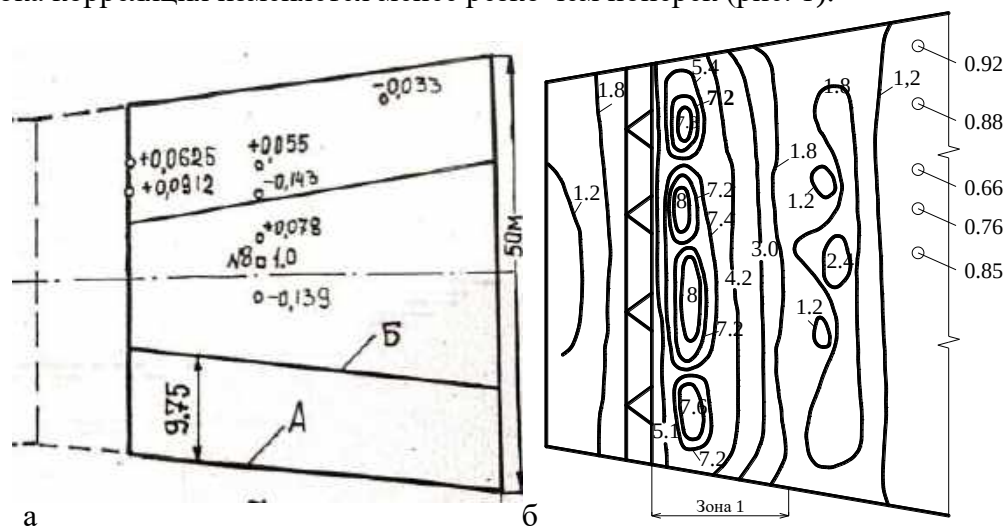


Рис. 1 - Расчётные схемы к определению нагрузок на плиту первого ряда с гасителями энергии водобоя ирригационного гидроузла:

а – значения коэффициентов корреляции в точках плиты, разбитой на конструктивные зоны А и Б; б - изолинии стандартов пульсации давления P' с учётом влияния кавитации в зоне 1 за гасителями первого ряда

Эксперименты показали, что наихудшим является случай пропуска эксплуатационного расхода полным фронтом (всеми трубами) при отметке в верхнем бьефе, равной ФПУ. Здесь и наблюдались нулевые значения коэффициентов корреляции давления (рис. 1). Для этого случая по методике НИС Гидропроекта [2] и было проведено определение пульсационных нагрузок. При составлении матриц рассматривались два случая разбивки водобоя на плиты: *A* – первая плита занимает всю площадь между вертикальными стенками; *B* – плита занимает только центральную часть (что соответствует аванпроектной разрезке водобоя на плиты). В первом случае (*A*) плита первого ряда $L \times L = 32 \times 32$ м условно разбивалась на 8 элементарных квадратных площадок с размерами $L_o \times L_o = 4 \times 4$ м, во втором случае (*B*) – плита 32×16 м также разбивалась на квадраты 4×4 м. Для каждой элементарной площадки коэффициент осреднения вычислялся по формуле:

$$K_o = P_o'^2 / P'^2 = 0,55 + 0,45 r_{ij}, \quad (1)$$

$$P_o' = K_o^{0,5} \cdot P', \quad (2)$$

где $P_o'^2$ – дисперсия колебаний удельной нагрузки на площадку $L_o \times L_o = \Omega_o$; P'^2 – среднее значение дисперсии колебаний в точках, определяющееся по линиям равных стандартов; r_{ij} – коэффициент взаимной корреляции между точками в центрах площадок.

Стандарты пульсации удельной нагрузки P_p' и нагрузки, эквивалентной действию удельного опрокидывающего момента P_m' , определялись по зависимостям, апробированным в [1 - 3]. В связи с тем, что корреляция очень мала (рис. 1а) и часто имеет здесь даже отрицательное значение, было принято, что величина $r_{ij} = r_{ij}/K_o$, стремится к нулю. Это приводит к определённому запасу. В результате расчёта получены для плиты первого ряда следующие значения стандартов нагрузки: для случая *A* – $P_p' = 0,172$ т/м², $P_m' = 0,214$ т/м², для случая *B* – $P_p' = 0,276$ т/м², $P_m' = 0,31$ т/м². Эти результаты показывают, что определяющей толщину плиты является нагрузка, эквивалентная действию удельного опрокидывающего момента.

Для оценки максимального (экстремального) значения амплитуды пульсационной нагрузки на плиту был найден коэффициент K_A перехода от среднеквадратичных значений к максимальным отклонениям, возникающим с заданной вероятностью P_o в течение времени пропуска расчётного паводка T (3,4) [2]:

$$K_A = \sqrt{2 \ln \frac{T/\tau_o}{2 \ln(1/P_o)}}, \quad (3)$$

где характерный период пульсации

$$\tau_o = \pi \sqrt{\frac{\int_0^\infty S_p(\omega) d\omega}{\int_0^\infty \omega^2 S_p(\omega) d\omega}}. \quad (4)$$

Принимая $T/\tau_o = 10^6$ и $P_o = 0,95$ как для сооружений 1 класса, получим $K_A = 5,67$ (наибольшее из возможных значений) [1, 4]. В этом случае экстремальная удельная нагрузка, эквивалентная действию опрокидывающего момента, для плиты первого ряда будет равна: для случая *A* – $P'_{M\max} = K_A P_m' = 5,67 \cdot 0,21 = 1,21$ т/м²; для случая *B* – $P'_{M\max} = 5,67 \cdot 0,31 = 1,76$ т/м².

Плиты второго ряда, которые обычно располагаются за гасителями последующих рядов [3, 4], например, расположенные за сплошной стенкой (как в нижнем бьефе на Нижне-Кафирниганском, Подольском, Шамкирском, Курском комплексных гидроузлах, исследованных ранее) практически не испытывают пульсационных воздействий, так как струя, перелетая через стенку, даже прорезную, обычно падает на большую толщу воды, которая демпфирует действие струи на дно.

Для построения расчётного нагружения при оценке локальной прочности плит водобойного участка рекомендуется рассматривать три случая вероятного экстремального нагружения: максимум P' находится над первым рядом дренажных отверстий, устраиваемых часто на водобое для его разгрузки [1, 2]; минимум и максимум – у низового (вдоль потока) края плиты. Нагрузка, действующая на каждый участок P_j , выражается суммой

$$P_j = \bar{P}_j + P_j' \quad (5)$$

Эпюру осреднённой нагрузки $\bar{P}_j$ можно построить по данным экспериментов. Если на некотором участке плиты будет реализовываться максимальное отклонение от среднего значения $P_j'_{\max}$, то на других участках наиболее вероятно значение локального максимального отклонения, умноженного на коэффициент пространственной корреляции между рассматриваемыми участками, то есть

$$P_j' = P_j'_{\max} \cdot r_{ij} \quad (6)$$

Таким образом, вычисляя значения P_j' в соответствии с продольными и поперечными корреляциями (рис. 1), можно построить поле загрузки, а затем найти и наиболее опасное загрузку. При расчёте надо учесть также местное, в зоне установки безэрозионных гасителей, повышение гидродинамической нагрузки [5].

При расчёте плит на локальную прочность возможна ситуация, когда назначенная по расчёту на устойчивость толщина плиты при допустимом армировании не обеспечит местную прочность; в этом случае необходимо увеличить толщину плиты.

Библиографический список

1. Бурлаченко Я.Ю. Обоснование расчёта динамических нагрузок для оценки локальной прочности плит раздельной стенки гидроузла комплексного назначения / Я.Ю. Бурлаченко // в сборнике статей по материалам Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича, Том 1 / Коллектив авторов [Электронный ресурс]. М: ФГБОУВО РГАУ - МСХА, 2024. С.110-114.
2. Черных О.Н., Бурлаченко А.В., Бурлаченко Я.Ю. Экспериментальные и аналитические исследования нагрузок на элементы крепления за водосбросами водных объектов АПК/ Природообустройство, 2023, № 4, С. 12-20.
3. Черных О.Н., Бурлаченко А.В. Экспериментальные и имитационные методы исследования режимов сопряжения потока в нижнем бьефе природоохранных водосбросных и сопрягающих сооружений АПК // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования, 2021, №21, р. 72– 80.
4. Черных О.Н., Бурлаченко А.В. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного гидроузла с грунтовой плотиной. – М.: ФГБОУВО РГАУ-МСХА, 2022. – 172 с.
5. Obidov B., Vokhidov O., Shodiev B., Ashirov B., Saraeva M. (2020) Hydrodynamic loads on a water drain with cavitation quenchers. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 883. Pp. 012011. DOI:10.1088/1757-899x/883/1/012011

УДК 504.05/06; 556

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОВМЕСТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ САУСЕ-ЛЕОН

Бакедано Уриарте Ханио Иван, магистр кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, jhaniorsuriarte27@outlook.com

Научный руководитель- Матвеева Татьяна Ивановна, к.т.н., доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, timatveeva@rgau-msha.ru

Аннотация: Рассмотрен бассейн реки Эль-Саусе расположенный в верхней части бассейна первого порядка № 60 в Никарагуа относящийся к водоразделу впадающему в Тихий океан. Проанализированы физические характеристики бассейна позволяющие сделать вывод о водном потенциале подземных и поверхностных вод.

Ключевые слова: Бассейн Эль-Саусе, водоносный горизонт, водный потенциал, осадки.

Для исследования выбран бассейн реки Эль-Саусе протекающий между двумя муниципалитетами Эль-Саусе и Санта-Роза-дель-Пеньон, 97,3% его площади находится в первом муниципалитете в Никарагуа.

Цель данного исследования заключалась в анализе водного потенциала бассейна реки Эль-Саусе, направленный на оценку динамики подземных и поверхностных вод, выявление зон чрезмерной эксплуатации ресурсов и определение областей с высоким водным потенциалом.

Средние максимальные значения месячного количества осадков в бассейне представлены в сентябре и октябре и составляют 354,6 и 435,0 мм соответственно. С ноября начинается засушливый период, когда количество осадков уменьшается, достигая 65,4 мм, затем количество осадков уменьшается, становясь практически нулевым в январе и феврале[1].

На рисунке 1 показано значение среднегодового количества осадков в бассейне, составляющее 1804,30 мм, с годовыми значениями оцененного ряда, где годы наибольшего количества осадков соответствуют 2007, 2010 и 2011 годам, с 2609,9; 3402,8 и 2652,3 мм, соответственно; в то время как наименьшее количество осадков выпало в 2009, 2014 и 2015 годах - 1071,2; 1020,90 и 962,5 мм соответственно.

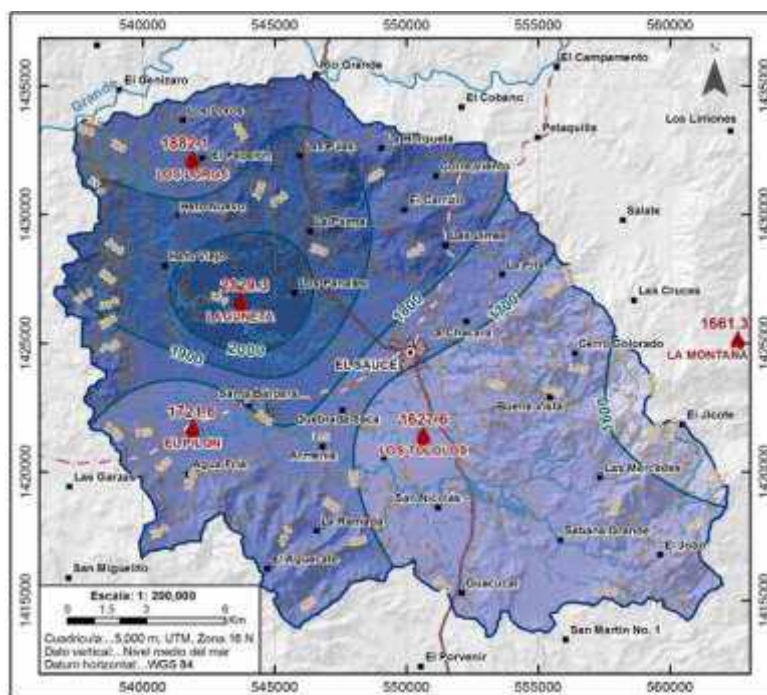


Рис. 1. Карта среднегодового количества осадков, мм

Центр прогнозирования климата обозначает три года с наибольшими осадками как годы для Ла-Нинья⁵[2], а 2009 и 2015 — для "Эль-Ниньо"⁶ [3], в то время как 2014 год

⁵NOAA (2021) Ла-Нинья характеризуется увеличением пассатов, охлаждающих поверхность океана, что приводит к засухе в некоторых регионах и дождям в других.

⁶NOAA (2021) Эль-Ниньо — это природное явление, которое изменяет климатические условия и вызывает значительные изменения температуры и осадков в различных регионах мира

нейтрален. С 2010 по 2015 года количество осадков уменьшилось, затем с 2015 по 2017 годы наблюдалось небольшое увеличение, после чего в 2018 году произошло снижение.

По изогиям видно, что на юго-востоке бассейна осадки составляют от 1600 до 1700 мм, в центральных районах — более 2000 мм, а в зоне сброса — менее 1900 мм [4].

Наибольшее количество осадков зафиксировано на станции Лагунета (2129,3 мм), что связано с наветренной зоной от холмов Чагуните-Гранде и Серро-Лос-Лириос. Разница в осадках между юго-восточной и восточной зонами объясняется местными метеороусловиями, особенно влиянием «Сухого коридора» [5].

Река Эль-Портиль обладает постоянным режимом в зоне разгрузки, однако некоторые главные притоки значительно уменьшают свои расходы в сухой сезон из-за погодных условий и неблагоприятных физических условий. Центральная часть состоит из пористого, свободного и мелководного водоносного горизонта, состоящего из осадочных, аллювиальных и вулканических материалов, в то время как верхняя и склонами зоны имеют трещиноватые и изолированные пласты из-за системы разломов. Хорошие гидравлические характеристики водоносного горизонта в центре долины позволяют эффективно использовать его, так как в этом горизонте значительная передача, производственные расходы и удельная мощность; однако в трещиноватых зонах производство воды снижено. Гидродинамическое поведение подземных вод за оцениваемые годы указывает на умеренное снижение водоносного горизонта, что главным образом связано с сокращением осадков с течением времени. Исофризы в бассейне имеют естественное движение, следуя топографии, они колеблются от 225 до 110 метров над уровнем моря, потоки воды стекают радиально, сходясь в зоне разгрузки в направлении северо-запада. По результатам гидрогеологического баланса за оцениваемый период имеется избыточный объем воды, который может быть устойчиво использован при применении экстенсивного использования [6].

В заключении можно сделать следующие выводы, которые могут помочь рационально использовать поверхностные и подземные воды бассейна реки:

1. Центральная часть бассейна имеет пористый и неглубокий водоносный горизонт из осадочных, аллювиальных и вулканических материалов;
2. Хорошие гидравлические характеристики водоносного горизонта делают его выгодным для использования, хотя в трещиноватых зонах добыча воды снижается;
3. Исофризы движутся согласно рельефу, направляясь к зонам разгрузки на северо-запад.

Библиографический список

1. INETERH (2023) Boletin Perspectiva LLuvia 2023. 03 p.
2. Nota Técnica ENFEN // 01-2024- DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LOS EVENTOS EL NIÑO COSTERO Y LA NIÑA COSTERA EN EL PERÚ I, pp. 01
3. Talento, P., & Rodríguez, J. Impacto de La Niña en el clima global // Revista de Meteorología, 2021, 15(2), pp. 45-60
4. Bohórquez, T. J. Boletín del Instituto de Geografía // UNAM. Núm., 2013, 81, pp. 7-15.
5. McPhaden, M. J., Zebiak, S. E., & Glantz, M. H. ENSO as an integrating concept in Earth Science. Global and Planetary Change, 2006, 57(3), pp. 260-270.
6. Cane, M. A. The evolution of El Niño, past and future //Earth and Planetary Science Letters, 2005, 230(3-4), 227-240.

УДК 628.165

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

Князев Иван Сергеевич, магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.

Тимирязева, iknyazevko@mail.ru

Научный руководитель - Али Мунзер Сулейман, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: Работа посвящена исследованию и совершенствованию процессов очистки сточных вод в малых населенных пунктах России. Рассмотрены актуальные проблемы эксплуатации коммунальных очистных сооружений (КОС), выявлены пути повышения их производительности и снижения издержек. Проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий, сформулированы рекомендации по модернизации действующих систем водоочистки. Предложены методы оптимизации работы очистных сооружений с учетом местных особенностей и климатических условий. Основной вклад работы заключается в разработке и применении оригинальной концепции биоочистки с эрлифтными биореакторами, повышающей эффективность и экономичность процессов водоочистки.

Ключевые слова: водоочистка, малые населенные пункты, биологическая очистка, эрлифтные биореакторы, ресурсосбережение.

Современные тенденции требуют переосмысления подходов к водоочистке в условиях малого масштаба населенных пунктов. Недостаточное финансирование, устаревшие технологии и недостаток профессиональных кадров приводят к негативным последствиям для здоровья населения и ухудшению состояния окружающей среды. Решение этой проблемы становится приоритетом государственной политики и общественной повестки.

Цель исследования – разработать научно обоснованный подход и практическое руководство по повышению эффективности эксплуатации и модернизации очистных сооружений в малых населенных пунктах [1].

Для реализации цели поставлены следующие задачи: анализ текущего состояния систем водоочистки в малых населенных пунктах; создание метода комплексной оценки эксплуатационной надежности и эффективности КОС. И исследование перспективных методов повышения производительности и сокращения энергозатрат при обработке сточных вод [2].

Материалы и методы. Исследования проводились на основании нормативных документов, литературных источников и собственных полевых испытаний. Использованы статистические и математические методы анализа, проведены эксперименты на пилотных установках и моделях гидроаэродинамических процессов.

Для решения поставленных в работе задач, предложена технология БОСЭБ – биологическая очистка с эрлифтными биореакторами. Основным отличительным элементом технологии БОСЭБ являются аэротенки-осветлители с затопленной эрлифтной системой аэрации (рис.1).

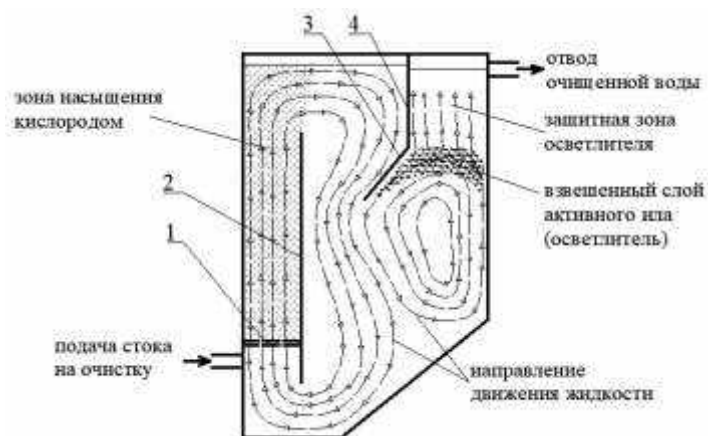


Рис.1 Схема эрлифтного биореактора

1 – аэратор; 2 – вертикальная стенка затопленного эрлифта; 3 – наклонный козырёк; 4 – вертикальная разделительная перегородка.

Данные сооружения представляют из себя аэротенки-смесители, в которых система аэрации устроена по принципу затопленного эрлифта (верх аэрационной эрлифтной колонны находится ниже уровня воды). Такое решение позволяет организовать циркуляционные восходяще-нисходящие потоки в сооружении.

Рассмотрена формула расчета гидравлической нагрузки [3]:

$$Q_{max} = Q_{cp} + k_t \sigma_n \sqrt{Q_{cp}}$$

где:

- o Q_{max} — максимальный часовой поток сточных вод ($m^3/ч$),
- o Q_{cp} — средний часовой поток сточных вод ($m^3/ч$),
- o σ_n — коэффициент вариации расхода,
- k_t — фактор распределения расходов по часам суток.

Результаты. Расчетная проверка модели гидродинамики эрлифтных биореакторов подтвердила следующее:

Скорость восходящих потоков зависит от диаметра пузырьков и скорости их подъема.

Изменение давления в биореакторе носит экспоненциальный характер, достигая порядка -980 Па на всю высоту емкости.

Средняя скорость пузырьков составила около $0,54$ м/с, увеличиваясь с размером пузырьков.

Определены зависимости кинетической энергии турбулентности от интенсивности аэрации:

Линейная зависимость кинетической энергии турбулентности от интенсивности аэрации (Q) подтверждена экспериментально.

Турбулентность улучшает массоперенос и увеличивает эффективность биологической очистки.

Экспериментально установлено, что интенсивность аэрации и размер зернистости влияют на процессы илоотделения:

Оптимальная величина зазора (Δz) между эрлифтной колонной и крышкой способствует стабильности и эффективности процесса.

Установлено, что оптимальный диапазон интенсивности аэрации для максимального показателя илоотделения варьируется от 10 до $20 m^3/(m^2 \cdot ч)$.

Капитальные затраты остались теми же, поскольку цена покупки мембран не изменилась.

Теперь посмотрим на ежегодные эксплуатационные затраты мембранных модулей с

учётом новой стоимости песка:

- о Амортизационные отчисления: 1 000 000 руб./год
- о Энергозатраты: 43 800 руб./год
- о Химреагенты: $(1-0,8) \times 5\,840\,000$ руб./год = 1 168 000 руб./год
- о Эксплуатационные расходы: 332 000 руб./год

Сумма ежегодных затрат на мембранную систему остаётся той же [35]:

$S_{\text{мембраны}} = 1\,000\,000 \text{ руб./год} + 43\,800 \text{ руб./год} + 1\,168\,000 \text{ руб./год} + 332\,000 \text{ руб./год} = 2\,543\,800 \text{ руб./год}$

Финансовая выгода от перехода на мембранную технологию

Теперь финансовая экономия составит:

Финансовая экономия = 7 521 500 руб./год – 2 543 800 руб./год

Финансовая экономия = 4 977 700 руб./год

Результаты, представленные на графике, свидетельствуют о значительных преимуществах мембранной технологии по сравнению с традиционным методом очистки сточных вод.

Библиографический список

1. Ксенофонтов Б. С., Ширних А. А. Повышение эффективности очистки сточных вод путем использования камеры перемешивания в комбифильтре // Экология и промышленность России. – 2024. – Т. 28. – №. 8. – С. 16-20.
2. Пилипенко Т. В., Карпенко Н. П., Куприянов Д. Е., Ширяева М. А. Моделирование гидравлических потоков на участке проектируемого месторождения песчано-гравийных материалов в русле реки Томь // Природообустройство. – 2025. – №. 2. – С. 97-104.
3. Чеботарева А. А., Бариева Э. Р., Серазеева Е. В. Особенности очистки городских сточных вод и повышение эффективности очистки // Научный журнал Академический вестник ЭЛПИТ, том. – 2021. – №. 4 (18). – С. 12.

УДК 556.531.5(470.23-25)

МОНИТОРИНГ САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ РЕКИ ФОНТАНКИ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Алкаева Александра Сергеевна, студент ФГБОУ ВО СПбГУВМ, rokaoka44@gmail.com

Денисенко Юлия Александровна, студент ФГБОУ ВО СПбГУВМ, juliadenisenko2005@gmail.com

Сидельникова Анна Сергеевна, студент ФГБОУ ВО СПбГУВМ, sidelnikiva.anyu@gmail.com

Научный руководитель - Смирнова Л. И., кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, lubov965@rambler.ru

Аннотация: Статья посвящена комплексному исследованию микробиологического состояния и химического состава воды реки Фонтанки города Санкт-Петербурга с целью выявления санитарно-показательных микроорганизмов и оценки уровня бактериального и химического загрязнения.

Ключевые слова: коли-титр, общее микробное число, река Фонтанка, санитарно-показательные микроорганизмы, гидрохимические показатели

Река Фонтанка - одна из важнейших водных артерий Санкт-Петербурга. Она является одним из исторических символов и значительно влияет на экосистему города.

Как и другие водоёмы крупных мегаполисов, Фонтанка подвергается значительному антропогенному воздействию. Одним из главных факторов загрязнения являются сточные воды, поступающие в реку из городской канализационной системы, ливневых стоков и промышленных предприятий. На экологическое состояние водоёма также влияют интенсивное судоходство, выброс мусора, строительные работы вблизи береговой линии и атмосферные осадки, которые переносят загрязняющие вещества с улиц города в водную систему. Всё это приводит к изменению химического и микробиологического состава воды, ухудшению её качества и снижению способности реки к самоочищению.

Мониторинг состояния городских водоёмов крайне актуален в условиях роста урбанизации городов и увеличения нагрузки на их водные ресурсы, поскольку помогает лучше понять процессы загрязнения и разработать эффективные стратегии по улучшению состояния этих водных объектов.

В ходе работы 21 марта 2025 года были отобраны три пробы воды из разных участков реки Фонтанки объемом 0,7 л. Отбор проводился с помощью шеста в заранее подготовленную простерилизованную бутылку с широким горлышком. Все пробы отбирались на глубине 30 см в 50 см от береговой линии, при температуре воды- 0°C, воздуха — 2°C. Первая проба отобрана в 8:22 у дома 105 наб. реки Фонтанки, вторая - в 8:32 у дома 71 наб. реки Фонтанки (Алкаева А.С., Денисенко Ю.А., Сычева У.Р.), третья - в 8:29 у дома 51-53 наб. реки Фонтанки (Сидельникова А.С., Площенко Е.В.).

Отобранные пробы были доставлены в лабораторию в течение 30 минут. Микробиологические исследования проводили на базе кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии; гидрохимические исследования – на базе кафедры биологии, экологии и гистологии ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

При изучении санитарно-микробиологических показателей:

1) определяли общее микробное число: количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и количество психрофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КПАФАнМ), культивируемых при 37°C и 20-24°C соответственно;

2) определяли коли-титр бродильным методом на лактозо-пептонной среде - показатель фекального загрязнения;

3) производили посев по Шукевичу для обнаружения бактерий рода *Протей* (*Proteus*) - показатель гнилостного загрязнения (с последующим пересевом на фенилаланин-агар);

4) производили глубинный посев на среду Вильсона-Блера для обнаружения сульфитредуцирующих клостридий (*Clostridium perfringens*) - показатель давнего фекального загрязнения;

5) производили качественный посев на среду Сланетца и Бертли для обнаружения фекальных энтерококков (*Enterococcus faecalis*) - показатель свежего фекального загрязнения;

6) производили посев на среду RVS-бульон для накопления и выявления сальмонелл (*Salmonella*) - показатель имеющихся в воде возбудителей кишечных инфекций (с последующим пересевом на среду XLD);

7) производили качественный посев на солевой бульон для накопления и выявления золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*) - показатель контактного органического загрязнения (с последующим пересевом на молочно-солевой агар).

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Санитарно-микробиологические показатели проб воды реки Фонтанки

		Проба 1	Проба 2	Проба 3	Допустимое значение по СанПиН 1.2.3685-21
ОМЧ	При 37°C (КМАФАнМ)	950	3500	2930	100

(КОЕ/см ³)	При 22°С	650	12405	7170	1000
Коли-титр	10 см ³	+	+	+	100 на 100 см ³
	1 см ³	+	+	+	
	0,1 см ³	-	+	-	
	0,01 см ³	-	-	-	
	0,001 см ³	-	-	-	
Бактерии рода протей		—	—	—	Отсутствие
Сульфитредуцирующие клубридии		—	—	—	Отсутствие
Фекальные энтерококки		—	—	—	Не более 10
Сальмонеллы		—	—	—	Отсутствие
Золотистый стафилококк		—	—	—	Отсутствие

При изучении гидрохимических показателей:

- 1) измеряли цветность визуальным методом с помощью тест-комплекта «цветность» производителя ЗАО «Крисмас+»;
- 2) определяли pH с помощью стандартного набора лабораторной лакмусовой бумаги;
- 3) измеряли растворенный в воде кислород;
- 4) определяли перманганатную окисляемость;
- 5) измеряли общую жесткость;
- 6) измеряли количество марганца (Mn²⁺), железа (Fe³⁺), никеля (Ni²⁺), меди (Cu²⁺), аммиака (NH₃), аммония (NH₄⁺), хроматов, силикатов, фосфатов и нитратов с помощью ранцевой полевой лаборатории исследования водоёмов «НКВ-Рм» производителя ЗАО «Крисмас+».

Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Гидрохимические показатели проб воды Фонтанки

	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Допустимое значение по СанПиН 1.2.3685-21
Цветность	30	80	40	35
pH	6,2	6,4	6,7	6,0-9,0
O ₂ (мг/л)	7	10	10	Не менее 4,0
Перманганатная окисляемость (O ₂ мг/дм ³)	4	2	2	7

gH (общая жесткость) (мг-экв/дм ³)	3,5	2	1	10
Mn ²⁺ (мг/дм ³)	0,05	0,05	0	0,1
Fe ³⁺ (мг/дм ³)	0	0	0	0,3
Ni ²⁺ (мг/л)	0	0	0	0,02
Cu ²⁺ (мг/л)	0	0	0	1
NH ₃ /NH ₄ ⁺ (мг/л)	0,006	0,003	0	1,5
Хроматы (мг/л)	0	0	0	0,05
Силикаты (мг/л)	0,5	0,25	0,5	30
Фосфаты (мг/л)	0	0	0	3,5
Нитраты (мг/л)	0	0	0	45

В результате микробиологического и гидрохимического исследований воды реки Фонтанки было выяснено, что в первой пробе воды допустимое значение превышает ОМЧ, во второй – ОМЧ, цветность и коли-титр, а в третьей пробе допустимые значения превышают ОМЧ и цветность. Это говорит о том, что вода из этой реки непригодна для питья, купания и использования в хозяйственно-бытовых целях.

Однако стоит отметить, что в ходе микробиологического исследования ни в одной из трёх проб воды не были обнаружены санитарно-показательные микроорганизмы (бактерии рода протей, сульфидредуцирующие клостридии, фекальные энтерококки, сальмонеллы и золотистый стафилококк), что позволяет сделать вывод об отсутствии в реке давнего и свежего фекального, гнилостного и контактного органического загрязнений.

Таким образом, несмотря на несоответствие воды гидрохимическим нормам по ряду показателей, Фонтанка демонстрирует относительно благополучную микробиологическую ситуацию

Библиографический список

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». /Постановление Роспотребнадзора от 28.01.2021 г. №2

УДК 626.81

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕКА ШАРИ В РЕСПУБЛИКЕ ЧАД

Блама Бурку, студент 2 курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Blama93@mail.ru

Научный руководитель - **Глазунова И. В.**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ivglazunova@mail.ru

Аннотация: Река Шари, главный приток озера Чад, является важнейшим водным ресурсом для Республики Чад. Он играет жизненно важную роль в региональной гидрологии, поддерживая сельскохозяйственную, промышленную и бытовую деятельность при сохранении водного биоразнообразия. Однако Чад сталкивается с серьезными проблемами в области устойчивого использования и управления этим ресурсом. В этой статье предлагается проанализировать условия использования вод реки Шари, осветив связанные с этим экологические, социальные и экономические проблемы.

Ключевые слова: бассейне реки Шари, водопользование, озеро Чад, Водные ресурсы, Республика Чад, Сельскохозяйственная деятельность проблемы комплексного водопользования

Река Шари является одним из основных водных путей Центральной Африки, основным источником воды для озера Чад, на долю которого приходится около 92% от общего объема водозабора. Он протекает через Чад, а затем впадает в Камерун и служит жизненно важным источником для местных сообществ, сельского хозяйства, промышленности и экосистем региона. Река берет свое начало в Центральноафриканской Республике, а затем впадает в озеро Чад, пересекая обширные равнины и сельскохозяйственные угодья. С ростом численности населения, изменением климата и ростом активности человека анализ условий использования водных ресурсов реки Шари становится критически важным для обеспечения устойчивого и справедливого управления этим стратегическим водным ресурсом. В этой статье рассматриваются условия использования вод реки Шари в Республике Чад, освещаются экологические, экономические и социальные проблемы, связанные с управлением этим жизненно важным водным ресурсом.

Река Шари протяженностью около 1100 км является важным притоком озера Чад. Он берет свое начало в горах Центральноафриканской Республики, а затем пересекает Чад. Река протекает через несколько районов на востоке страны, питая обширные сельскохозяйственные территории, а также городские районы, которые в значительной степени зависят от ее вод для снабжения питьевой водой.

Река является основным источником воды для озера Чад, уровень которого значительно колеблется в зависимости от сезона и количества осадков. Шари также обеспечивает большую часть сельского хозяйства Чада, особенно в регионах Логон и Шари, где орошаемые земли имеют решающее значение для производства продуктов питания и экономического развития.

Сельское хозяйство является одним из основных видов использования вод реки Шари, особенно в южных регионах, где орошение имеет решающее значение для поддержки сельскохозяйственных культур. Плодородные земли вдоль реки позволяют выращивать хлопок, рис, кукурузу и другие продукты питания. Таким образом, управление водными ресурсами для орошения имеет решающее значение для поддержания продовольственной безопасности и поддержки сельскохозяйственной экономики, в которой занята большая часть населения Чада. Животноводство также является важным видом деятельности, и многие владельцы ранчо используют реку для поения своего скота.

Города и деревни, расположенные вдоль реки, зависят от ее вод в плане снабжения питьевой водой. Развитие современной инфраструктуры для очистки и распределения воды остается сложной задачей, особенно из-за колебаний уровня воды и изменения климатических условий.

Река Шари также является важным источником рыболовства для местных сообществ, особенно в районах, где сельское хозяйство не является основным видом деятельности. Рыболовство в реке Шари способствует обеспечению средств к существованию многих семей и продовольственной безопасности прибрежного населения.

Хотя судоходство по реке ограничено из-за глубины и ширины реки, некоторые промышленные секторы используют воды реки Шари для промышленных нужд, особенно для местных предприятий, таких как пивоваренные заводы и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции. Кроме того, текущие гидроэнергетические проекты направлены на использование энергетического потенциала реки.

Река Шари сталкивается с растущим загрязнением из-за городских и промышленных выбросов. Химические вещества и неочищенные отходы влияют на качество воды, ставя под угрозу здоровье населения и водные экосистемы. Изменение климата приводит к непредсказуемым колебаниям количества осадков, что может повлиять на сток рек и доступность воды. Это оказывает значительное влияние на сельское хозяйство и местные экосистемы. Конфликты между различными водопользователями (сельское хозяйство, животноводство, промышленность) являются обычным явлением, особенно в периоды засухи. Для предотвращения такой напряженности необходимо комплексное управление водными ресурсами.

Для решения этих проблем Комплексное управление водными ресурсами разработало политику устойчивого управления, которая учитывает потребности всех пользователей при одновременной защите окружающей среды. Повышать осведомленность населения о воздействии загрязнения и важности сохранения водных ресурсов. Улучшить инфраструктуру санитарии и очистки сточных вод для снижения загрязнения. Разработайте стратегии адаптации к изменениям климата, такие как капельное орошение и выращивание культур, устойчивых к засухе.

Вывод

Река Шари является жизненно важным ресурсом для Чада, но ее использование сталкивается с серьезными экологическими, социальными и экономическими проблемами. Устойчивое и комплексное управление водами реки Шари имеет решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности, защиты окружающей среды и содействия экономическому развитию страны. Для решения этих проблем и обеспечения устойчивого будущего этого ценного ресурса необходимы совместные усилия властей, местных сообществ и международных организаций.

Библиографический список

1. Abderamane H. (2012) Étude du fonctionnement hydrogéochimique du système aquifère du Chari Baguirmi (République du Tchad) (PhD Thesis). Poitiers. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/40120338.pdf>.
2. Adoin-Bardin S., Dezetter A., Servat E., Paturel J.-E., Mahe G., Niel H. & Dieulin C. (2009) Using general circulation model outputs to assess impacts of climate change on runoff for large hydrological catchments in West Africa. Hydrol. Sci. J. 54(1), 77–89. DOI: 10.1623/hysj.54.1.77.
3. Agbri L., Bamba S., Doumouya I. & Savane I. (2010) Bilan des flux de matières particulaires et dissoutes du Sassandra à Gaoulou pont (Côte d'Ivoire). Sci. Nat. 7(2), 107–118. <http://dx.doi.org/10.4314/scinat.v7i2.59944>
4. AIEA. (1993) Les ressources en eau au Sahel Etudes hydrogéologiques et hydrologiques en Afrique de l'Ouest par les techniques isotopiques - Recherche Google. Retrieved May 6, 2019, from <https://www.google.com>
5. Dynamique des extrêmes hydrologiques du système Chari ... - PIAHS <https://piahs.copernicus.org/articles/384/241/2021/>
6. [PDF] Données hydrologiques sur la rive droite du Bas-Chari (République du Tchad) https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_text6b_fdi_39-40/13242.pdf

7. Tchad : le fleuve Chari pourrait franchir la barre des 8 mètres d'ici ... <https://tchadinfos.com/tchad-le-fleuve-chari-pourrait-franchir-la-barre-des-8-metres-dici-debut-octobre/>
8. Black R. (1992) Mission géologique au Tchad du 14. 1. au 8. 2. 1992. In: Rapport inédit, 15. PNUD/DRGM N'Djaména.

УДК 626.83

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Чимукоко К. kudakwashechimukoko@gmail.com

Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: Частые изменения режима работы закрытой оросительной системы приводят к возникновению переходных процессов во всех элементах системы, что может сопровождаться значительными повышениями давления (гидравлическими ударами), в отдельных случаях эти повышения давления приводят к прорывам труб, поломке трубопроводной арматуры и насосов.

Повышение эффективности и долговечности закрытых оросительных систем, зависит как от их правильного проектирования (выбора машин, труб, трубопроводной арматуры, разветвлённости и протяжённости сети и т.д.), так и от организации технологических процессов эксплуатации (определение параметров и режимов работы).

Ключевые слова: насосный агрегат, напорный трубопровод, осевой насос, переходные процессы, скорость распространения ударной волны, гидроудар, гидравлические потери.

В связи с тем, что на мелиоративных системах очень широко применяется один из наиболее эффективных способов орошения – полив дождеванием с использованием широкозахватных дождевальных машин, в мелиоративном строительстве большое распространение получили закрытые оросительные системы (ЗОС), важнейшим элементом современных мелиоративных систем являются насосные станции, представляющие собой сложный комплекс сооружений и оборудования, технические показатели и параметры которых во многом определяют надежность и экономическую эффективность подачи воды [1].

Эффективность и долговечность закрытых оросительных систем зависит как от их правильного проектирования (выбор машин, труб, трубопроводной арматуры, разветвлённости и протяжённости сети и т. д.), так и от организации технологических процессов эксплуатации (определение параметров и режимов работы, создание систем автоматического регулирования, защита ЗОС от недопустимого повышения давления при переходных процессах) [2].

Частые изменения режима работы закрытой оросительной системы, связанные с включением и отключением дождевальных машин (ДМ), приводит к возникновению переходных процессов во всех элементах закрытой оросительной системы, что может сопровождаться значительными повышениями давления в этих элементах (гидравлическими

ударами). В отдельных случаях эти повышения давления приводят к прорывам труб закрытой оросительной сети, поломке трубопроводной арматуры и насосов [3, 4, 5].

Причинами этих аварий в одних случаях могут быть неправильно принятое проектное решение, в других – неправильная эксплуатация. Для предотвращения недопустимых повышений давления в закрытой оросительной системе при переходных процессах, необходимо иметь возможность выполнять с достаточной точностью расчёты этих процессов.

Повышение давления в закрытых оросительных системах происходит при переходных процессах, возникающих при пуске и остановке насосных агрегатов на насосных станциях, включении и выключении дождевальной техники.

Резкое повышение давления в трубопроводе с движущейся жидкостью, возникающее при быстром перекрытии запорных устройств, которое распространяется по трубопроводу в виде упругой волны со скоростью C .

Он зависит от упругости жидкости и стенок водовода, длительность стадии сжатия не зависит от силы гидроудара, а определяется лишь временем распространения ударной волны по трубе, поэтому у заглушки она равна времени, необходимому для прохода ударной волны по трубе «туда» и «обратно» [6].

$$T = 2 \cdot L / C \quad (1)$$

где T — длительность стадии сжатия возле заглушки; L — длина трубы от входа до заглушки; C — скорость распространения ударной волны,

$$C = \pm \frac{9900}{\sqrt{43.3 + \beta \cdot \left(\frac{D}{\delta}\right)}}; \quad (2)$$

где β — коэффициент зависит от материала труб; для сталь(0.5); для металлических труб(1); бетон(3); асбестоцементные, (20).

D — Диаметр трубопровод, м

δ — Толщина стенки труб, м.

В зависимости от времени распространения ударной волны T и времени перекрытия задвижки (или другой запорной арматуры) t_z , в результате которого возник гидроудар, можно выделить 2 вида ударов:

- Полный (прямой) гидравлический удар, если $t_z < T$;
- Неполный (непрямой) гидравлический удар, если $t_z > T$;

В стадии проектирования закрытых оросительных систем, должны учитываться переходные процессы, сопровождающиеся гидравлическими ударами. Таким образом, необходимо выполнять расчеты переходных процессов для обоснованного назначения прочных показателей элементов системы, кроме расчетов стационарных режимов.

Если проводить расчеты на возможность возникновения переходных процессов в ЗОС, то необходимо учитывать все основные факторы, влияющие на эти процессы: конфигурации закрытой оросительной сети, длины, диаметры и материал трубопроводов сети, профили трубопроводов, скорости распространения в них волн изменения давления, отборы воды ДМ в узлах сети, образование кавитационных разрывов сплошности потока (в трубопроводах при уменьшении давления ниже величины предельного вакуума в сети), характеристики насосов и двигателей, инерция насосных агрегатов, влияние трубопроводной (запорной, предохранительной, противоударной) арматуры [1].

Для расчета переходных процессов, нами были предложены простые формулы для определения максимального и минимального давления при гидроударе:

- C — скорость распространения ударной волны, можно определить по формуле (2);

- Повышение или понижение напора при положительном полном, и отрицательном прямом гидроударе.

$$\Delta H = \pm \frac{C \cdot V_0}{g}; (4)$$

где: ΔH — величина повышения или понижения напора, м; C — скорость ударной волны; V_0 — скорость движения воды в трубопроводе до закрытия задвижки, м/с.

- Положительный не прямой гидроудар

$$\Delta H = \pm \frac{c \cdot V_0}{g} \left(\frac{l}{c \cdot t_3 - l} \right); \quad (5)$$

- Отрицательный не прямой гидроудар

$$\Delta H^+ = \left(\frac{2 \cdot \Delta}{2 - \Delta} \right) \cdot H; \quad (6)$$

$$\Delta H^- = \left(\frac{2 \cdot \Delta}{2 + \Delta} \right) \cdot H; \quad (7)$$

где:

$$\Delta = \left(\frac{l \cdot V_0}{g \cdot H \cdot t_3} \right) \cdot H$$

l - длина трубы м; H - расчетный напор, м; t_3 - время *перекрывания* задвижки; с, [7].

Для борьбы с недопустимым повышением давления в ЗОС при переходных процессах могут быть использованы следующие мероприятия:

- Средства, предназначенные для сброса воды (Неограниченный сброс воды через насосы, ограниченный сброс воды через насосы и Сброс воды через специальные устройства);

- Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды (Водовоздушные резервуары, аэрационные клапаны, устройства для впуска воды),

Выводы

По результатам многочисленных расчётов переходных процессов насосных станции закрытых оросительных насосов, для повышения надежности и безаварийной эксплуатации закрытых оросительных систем, рекомендуется:

1. Неограниченный сброс воды через насосы используются при $Q > 2 \text{ м}^3/\text{с}$, и напор $H < 20 \text{ м}$;

2. Ограниченный сброс воды с использованием обратного клапана с отводной трубой, при $Q > 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$; и $H > 50 \text{ м}$;

3. Уменьшение скорости движения воды в обратном направлении, применяются при $Q < 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, и $H > 50 \text{ м}$.

Библиографический список

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Насосы и насосные установки: Учебник – М.: Москва, РГАУ-МСХА, 2022. – 130 с.
2. Карамбиров С.Н. Новые подходы в моделировании и оптимизации трубопроводных систем. Основы, концепции, методы. – LAP Lambert Academic Publishing, Германия, 2012. – 355 с.
3. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов, 5-е изд., стер. – М.: Лань, 2015. – 656 с.
4. Али М.С., Бегляров Д.С., Титаева А.Ю., Лентяева Е.А. Решение практических задач с использованием модели насосов при переходных режимах в напорных системах // Природообустройство. – 2020. – №1 – с. 100-104.
5. Али М.С., Бегляров Д.С., Сухарев Ю.И., Назаркин Э.Е. Особенности работы насосных станций на закрытых оросительных системах, Научная жизнь. 2021. Т. 16. № 5 (117). С. 538-553.
6. Ali M.S., Features of transient processes in pumping stations with controlled shut-off devices. Beglyarov D.S., Benin D.M., Gavrilovskaya N.V., Zhuravleva L.A. Advances in Dynamical Systems and Applications. 2021. Т. 16. № 2. С.

УДК 628.165

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК ВОДЫ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Мхванази Мхоси Лингене, магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, linroyal@mail.ru

Научный руководитель - Лентяева Екатерина Алексеевна, доцент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, elentyaeva@mail.ru

Аннотация: На примере Московского региона разработана уникальная технология герметизации, основанную на использовании высокотехнологичных материалов и методик, позволяющую ликвидировать утечки без вскрытия траншеи. Предложенный герметизирующий состав на основе полиуретанового клея обеспечивает высокую степень адгезии и устойчивость к внешним воздействиям. Проведенные натурные испытания подтвердили надежность и экономическую целесообразность технологии, позволяющей сократить затраты на ликвидацию аварийных утечек в 7 раз по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: подземные трубопроводы, утечки воды, аварийный ремонт, герметизация, бестраншейный метод, экономическая эффективность.

Проблема утечек воды из подземных трубопроводов приобретает особую остроту в современной практике водоснабжения. Ежегодно крупные города и населенные пункты испытывают значительные убытки из-за аварийных ситуаций, вызванных износом, коррозией и механическими повреждениями водонесущих магистралей. Согласно статистике, около 30% общего объема подаваемой воды теряется именно из-за повреждений трубопроводов, что ведет к дополнительным финансовым затратам на пополнение запасов и дорогостоящему ремонту. Особенно остро данная проблема стоит в российских регионах с устоявшимися инфраструктурами и высокой степенью износа существующих инженерных коммуникаций [1].

Цель исследования была разработать технологию устранения аварийных утечек воды из подземных трубопроводов, обеспечивающую быстрое, эффективное и экономичное решение проблемы без вскрытия траншеи.

Задачи, положенные в основу исследования включают:

- анализ современного состояния водонесущих трубопроводных систем и причин возникновения аварийных утечек;
- обоснование оптимального состава герметизирующего материала, устойчивого к внешним воздействиям и обеспечивающего надежное уплотнение;
- создание технологии бестраншейного ремонта, предусматривающей минимальное вмешательство в окружающую инфраструктуру.

Материалы и методы. Объектом исследования стал участок водонесущего трубопровода, расположенного в Московском регионе, характеризующегося сложными условиями эксплуатации (переменчивость температур, разнородность грунтов, повышенная активность подземных вод). Геологическая структура участка представлена песчаными и суглинистыми отложениями, подверженными промерзанию и сезонным изменениям влажности. Созданы опытные образцы труб с моделью дефекта, подвергшиеся испытаниям герметизирующим составом под контролем давления и температуры [2]. Лаборатория оснащена необходимыми приборами для измерения физических параметров герметизации. Оценивалась эффективность герметизации, устойчивость покрытия к внешнему воздействию и срок службы отремонтированных участков. Изучалось влияние состава герметизирующего материала, давления подачи и температуры окружающей среды на прочность и долговечность герметизации [3]. Для этого использовался план эксперимента Вох-Behnken, позволяющий одновременно учитывать взаимодействие всех значимых факторов (рис.1). Был выполнен

детальный расчет себестоимости традиционных и предлагаемых методов ремонта, оценивались сроки окупаемости и экономический эффект внедрения новой технологии.

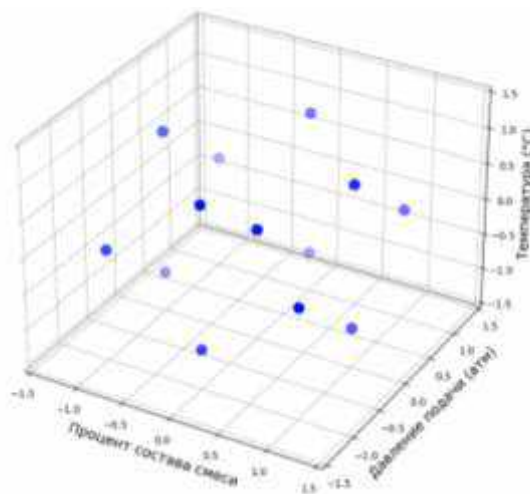


Рис. 1 Матрица планирования многофакторного эксперимента по плану Box-Behnken, построенный в среде программирования Python

Результаты исследований. Разработан герметизирующий состав на основе полиуретанового клея, отличающийся высокой адгезией и способностью сохранять стабильность при низких температурах. Оптимальная формула смеси:

основа (полимер) — 50%;

наполнитель (кварцевый песок) — 40%;

модификатор — 10%.

Выявлено, что наилучшие результаты достигаются при подаче герметика под давлением около 1 атмосферы, обеспечивая равномерное распределение материала и формирование качественного герметичного слоя.

Проведённые натурные испытания подтвердили высокую эффективность технологии герметизации без вскрытия траншеи. Герметизация занимает в среднем 15–20 минут, обеспечивая быстрое возвращение системы в рабочее состояние.

Испытания показали, что герметизирующее покрытие выдерживает давление до 1,8 атм, демонстрируя надежность и долговечность.

Себестоимость устранения одной утечки предлагаемым методом составляет около 15 тысяч рублей, в то время как традиционный метод обходится в сумму порядка 110 тысяч рублей. Таким образом, новый метод позволяет сэкономить практически в 7 раз.

Срок окупаемости определяется отношением первоначальных капитальных вложений к ежегодной прибыли от эксплуатации комплекса. Допустим, стоимость приобретения и запуска комплекса составляет $I=600\,000$ руб., годовой доход от эксплуатации $R=120\,000$ руб. Срок окупаемости T рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{I}{R} = \frac{600000}{120000} = 5 \text{ лет}$$

Инвестиции в закупку мобильного ремонтного комплекса окупаются за период около 5 лет, обеспечивая ежегодный экономический эффект порядка 90 тысяч рублей.

Заключение. Разработанная технология устранения аварийных утечек воды из подземных трубопроводов зарекомендовала себя как высокоэффективное средство борьбы с утечками. Она решает ряд ключевых проблем таких как: сокращение сроков устранения аварий; исключение земляных работ; снижение затрат на ремонт и обслуживание. Новизна предложенного подхода заключается в создании уникального герметизирующего

состава и технологии, позволяющей ликвидировать утечки без нарушения окружающей инфраструктуры.

Библиографический список

1. Sayridinnov S. S., Seleznev V. A., Bukhman N. S. On some aspects of increasing the efficiency of existing elements of water supply systems //Urban construction and architecture. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 11-21.
2. Карпенко Н. П., Глазунова И. В., Ширяева М. А. Анализ геоэкологических проблем и оценка обеспеченности питьевыми водами Клинского района Московской области //Природообустройство. – 2023. – №. 5. – С. 88-94.
3. Карпов М. В., Жиздюк А. А. Анализ гидротехнических, гидрологических, климатических и экологических данных для организации и производства работ по очистке водоёма //Аграрный научный журнал. – 2023. – №. 3. – С. 121-130.

УДК 626+004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И МОНИТОРИНГЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Посадсков Фёдор Евгеньевич, гидрогеолог ООО «Геодин», аспирант Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, posadskov03@gmail.com

Научный руководитель - Редников Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, srednikov@mail.ru

Аннотация: В данной статье были изучены новейшие методы применения технологий искусственного интеллекта для проектирования, строительства и мониторинга гидротехнических сооружений. Проведен анализ зарубежных материалов и опыт применения технологий ИИ на практике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, гидротехнические сооружения.

Введение

Гидротехническое строительство (плотины, дамбы, каналы, водохранилища) требует высокой точности, учета множества факторов и минимизации рисков как при строительстве, так и при последующем мониторинге. Традиционные методы проектирования и контроля дороги, трудоемки и подвержены ошибкам. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) позволяет оптимизировать процессы, повысить точность расчетов, снизить риски, улучшить безопасность, эффективность и экономичность.

1. Проектирование гидросооружений с использованием ИИ

1.1. Проектные решения с помощью ИИ

Алгоритмы машинного обучения (МО), особенно генеративно-состязательные сети (GAN), создают множество вариантов проектов, учитывая геологические, гидрологические и климатические условия. ИИ анализирует исторические данные и большие массивы информации (геодезия, гидрология, геология, климатические и гидрогеологические модели), предлагая оптимальные конструкции, снижая материальные затраты и повышая надежность. ИИ прогнозирует влияние изменения русла рек, осадков и предлагает решения для минимизации рисков.

Оптимизация конструкций и материалов: Генетические алгоритмы перебирают тысячи проектных вариантов, отбирая оптимальные по прочности, стоимости и долговечности. Это критично для бетонных смесей, где малые изменения состава влияют на устойчивость к эрозии и температурам. Разработаны интеллектуальные системы виброуплотнения, адаптивно меняющие параметры обработки бетона в зависимости от текущих реологических свойств.

Изыскания: Нейросетевые алгоритмы эффективно обрабатывают данные дистанционного зондирования (спутники, аэрофотосъемка). Компьютерное зрение анализирует рельеф, русловые процессы, геодинамические риски (оползни, карст). Системы обработки естественного языка (NLP) автоматизируют анализ архивных отчетов и публикаций.

Контроль качества: Системы компьютерного зрения (дроны, камеры) отслеживают ход строительства в реальном времени. ИИ выявляет трещины, отклонения от проекта, нарушения технологии, позволяя оперативно вносить коррективы. Предиктивная аналитика прогнозирует проблемы (просадка фундамента, коррозия). При возведении грунтовых плотин ИИ в реальном времени анализирует плотность грунта, корректируя укладку и уплотнение.

1.2. Методики ИИ на этапе проектирования

Нейросетевые модели используются для прогнозирования ключевых параметров (например, в Autodesk Civil 3D):

- Нагрузки на плотины при паводках
- Деформации грунтов и конструкций
- Влияние гидрогеологических условий
- Влияние сейсмической активности

Цифровые двойники: Интеграция ИИ с технологией цифровых двойников (виртуальных копий) позволяет:

- Тестировать различные сценарии эксплуатации.
- Моделировать последствия ЧС (прорыв дамбы, наводнение).
- Корректировать проекты в реальном времени.

Генеративный дизайн: GAN предлагают инновационные архитектурно-конструктивные решения, выходящие за рамки традиционных подходов.

2. Мониторинг и диагностика гидросооружений

ИИ преобразует мониторинг, обеспечивая предиктивное обслуживание, преодолевая ограничения традиционных методов (трудоемкость, запаздывание в обнаружении дефектов, человеческий фактор).

Внешний мониторинг (Компьютерное зрение):

Алгоритмы CNN и семантической сегментации анализируют изображения/видео с камер, дронов, подводных роботов для автоматического обнаружения дефектов (трещины, коррозия, размывы).

На рисунке 1 принцип работы компьютерного зрения. Система ИИ обрабатывает фото (улучшает качество, контраст, снижает шум, корректирует свет), выделяет контуры трещин, классифицирует их (микро, крупные, сетчатые, сколы) по форме, направлению, размерам. На основе критериев определяется уровень опасности и влияние на целостность. Формируется отчет с локацией, параметрами дефектов и рекомендациями по ремонту.

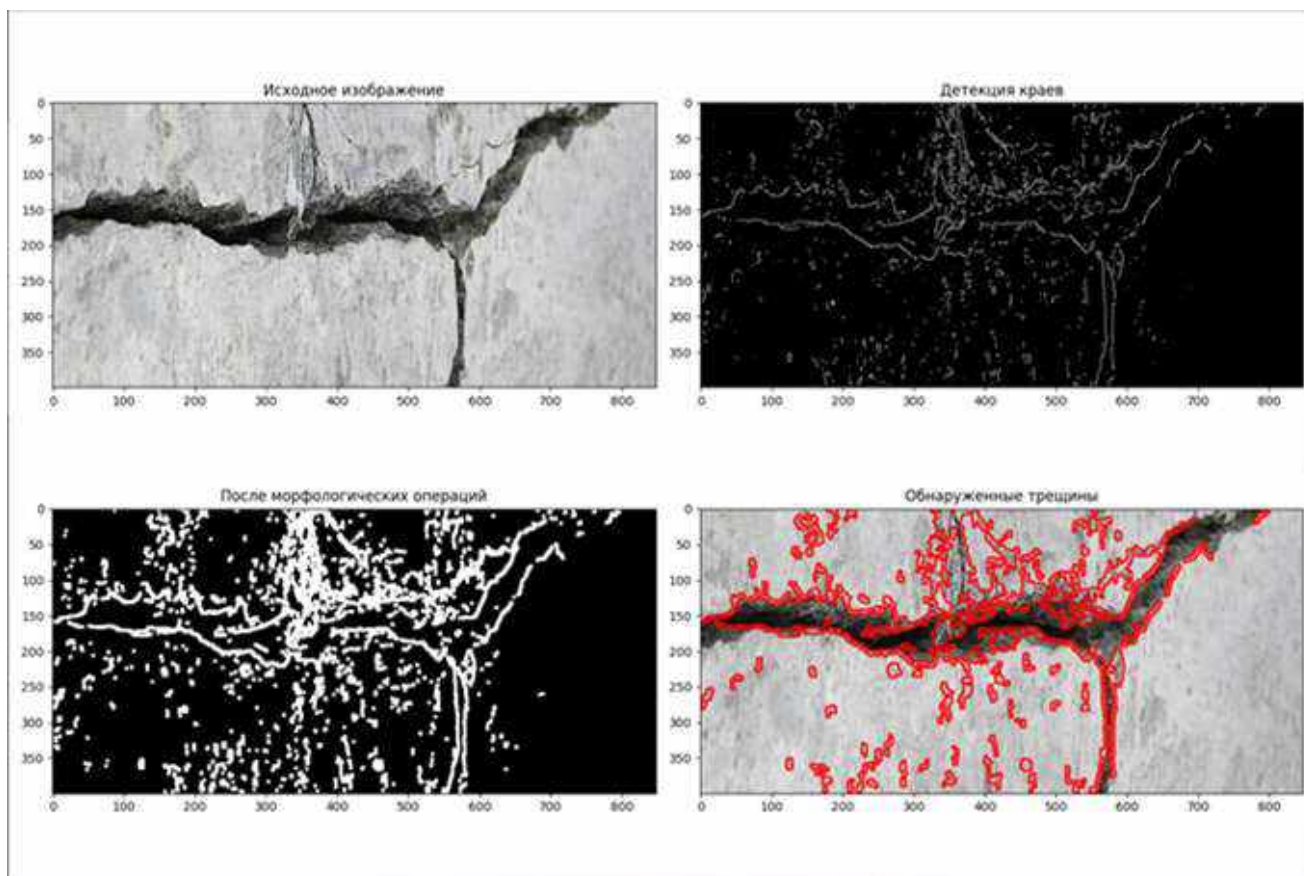


Рис. 1 Пример использования системы искусственного интеллекта для выявления трещин в бетонных основаниях

Внутренний мониторинг (IoT + ИИ):

- Сети оптоволоконных датчиков в критических узлах передают данные о деформациях, давлении воды, фильтрации. МО обрабатывает данные, выявляет аномалии, предупреждает о сбоях.
- Многоагентные ИИ-системы координируют сотни датчиков, выявляя сложные корреляции (например, изменения фильтрационных потоков).
- Данные интегрируются с цифровыми двойниками для анализа, моделирования сценариев и выработки решений.
- *Диагностика скрытых дефектов:* Глубокое обучение интерпретирует сигналы акустической эмиссии и георадаров (актуально для подземных/подводных конструкций). Архитектуры U-Net сегментируют дефекты в бетоне и классифицируют повреждения.
- *Мониторинг оборудования ГЭС:* Нейросети анализируют вибрации турбин, выявляя износ подшипников или дисбаланс лопастей до аварии. Оценивается остаточный ресурс сооружений для планирования ремонтов.
- *Перспектива:* Автономные подводные аппараты с ИИ, камерами и гидролокаторами для инспекции подводных частей, идентификации коррозии, обрастания и составления карт состояния.

3. Опыт применения ИИ

Проектирование:

- *Плотина Байхэтань (Китай):* Нейросетевые модели PowerChina анализировали устойчивость при различных нагрузках (включая сейсмику). Алгоритмы МО прогнозировали усадку бетона и трещинообразование, позволив скорректировать проект. Результат: сокращение затрат на 15%, ускорение проектирования.
- *Autodesk (США):* Генеративный дизайн вПО для поиска оптимальных форм сооружений с учетом гидродинамики, минимизации материалов и экологии.

Мониторинг:

- *SINTEF (Норвегия)*: Система раннего предупреждения аварий на ГЭС на основе ИНС. Анализ данных датчиков (вибрации, уровень воды, давление, температура) в реальном времени с мгновенным оповещением об аномалиях.
- *Плотина "Три ущелья" (Китай)*: ИИ-алгоритмы обрабатывают спутниковые снимки и данные дронов, выявляя микротрещины, проседание фундамента, коррозию бетона для своевременного ремонта.
- *Плотина Гувера (США)*: Цифровой двойник анализирует уровень воды и напряжение бетона в реальном времени. Подобные модели Siemens и Bentley Systems для плотин в Европе/Азии демонстрируют снижение эксплуатационных затрат на 15-20% за счет предиктивного обслуживания.

Отечественный опыт:

- *Саяно-Шушенская ГЭС*: Технологии компьютерного зрения для диагностики, сократившие время инспекции на 40%.
- *Нижне-Бурейская ГЭС*: Применение ИИ-оптимизации на этапе строительства.

Заключение

Потенциал ИИ в гидротехнике огромен: создание более надежных, экономичных объектов, продление их срока службы за счет прогнозирования износа и превентивного ремонта. Будущее отрасли – в симбиозе опыта инженеров, принимающих решения на основе точных данных ИИ, и алгоритмов, автоматизирующих рутинные расчеты и мониторинг.

Ключевые вызовы внедрения:

Эффективность ИИ напрямую зависит от объема и точности входных данных, сбор и обработка которых ресурсоемки. А также немаловажным фактором является подготовка кадров. Требуются квалифицированные инженеры, которые обладают знаниями в области искусственного интеллекта. Ведущие технические вузы начали внедрять соответствующие образовательные программы, но они находятся в стадии развития.

Несомненно, с развитием теоретической и практической базы, ИИ станет неотъемлемой частью не только гидротехнического, но и всего строительства в целом.

Библиографический список

1. Иванов А. А., Петров В. М. Применение искусственного интеллекта в мониторинге гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. — 2023. — № 5. — С. 34–42. — DOI: 10.22364/hts.2023.05.04.
2. Смирнова Е. К., Лебедев Д. С. Машинное обучение для прогнозирования деформаций плотин // Водные ресурсы. — 2022. — Т. 49, № 3. — С. 45–56.
3. Козлов Н. П. [и др.] Цифровые двойники в управлении гидроузлами // Инженерные изыскания. — 2021. — № 7. — С. 12–25.
4. Chen Y., Zhang H. Artificial Intelligence in Dam Safety Monitoring: A Review // Journal of Hydraulic Engineering. — 2023. — Vol. 149, № 4. — P. 1–15. — DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001845.
5. Smith J., Lee K. Machine Learning for Predictive Maintenance of Hydraulic Structures // Water Resources Research. — 2022. — Vol. 58, № 7. — Art. e2021WR030987.
6. Гидропроект. Современные технологии проектирования ГТС с использованием ИИ. — Москва: Стройиздат, 2022. — 250 с.
7. Росгидромет. Методические рекомендации по применению AI в гидрологии. — 2021. — 180 с.
8. СП 58.13330.2021 Гидротехнические сооружения. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 33-01-2003). — Минстрой России, 2021.

9. Росатом. Отчет о внедрении систем ИИ на объектах гидроэнергетики. — 2023. — 95 с.
10. International Commission on Large Dams (ICOLD). AI and IoT in Dam Safety: Global Trends. — 2023. — 120 p.
11. РусГидро. Опыт использования компьютерного зрения для диагностики Саяно-Шушенской ГЭС. — 2023. — 60 с.
12. НИИЭС. Анализ эффективности ИИ-оптимизации на строительстве Нижне-Бурейской ГЭС. — 2022. — 45 с.
13. China Three Gorges Corporation. Case Study: AI in the Baihetan Dam Project. — 2023. — 80 p.
14. U.S. Bureau of Reclamation. Hoover Dam Digital Twin Initiative. — 2022. — 75 p.

УДК 628.165

ЗАЩИТА ВОДОПРОВОДА ОТ СКОПЛЕНИЯ ВОЗДУХА И СПОСОБЫ ЕГО УДАЛЕНИЯ

Щеглов Никита Алексеевич, магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВОРГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема скопления воздуха в пастбищных водопроводах, используемых для обводнения сельскохозяйственных угодий в полупустынных и пустынных зонах Российской Федерации. Реализация предложенных решений позволяет повысить надёжность, энергоэффективность и долговечность водопроводных систем. Результаты исследования могут быть применены не только в сельскохозяйственном водоснабжении, но и в коммунальной инфраструктуре. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются автоматизация процессов удаления воздуха и использование коррозионностойких материалов.

Ключевые слова: Скопление воздуха, водопроводные системы, напорный трубопровод, воздухоотделитель.

Введение

Вопросы обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации остаются в числе приоритетных направлений государственной политики и устойчивого социально-экономического развития страны.

На сегодняшний день одной из наиболее перспективных форм обводнения пастбищных угодий являются централизованные водопроводные системы, обеспечивающие регулярный подвод воды к точкам водопоя. Пастбищные водопроводы позволяют обеспечить стабильное водоснабжение независимо от природных факторов и плотности размещения водопотребителей.

Однако несмотря на технологические преимущества, эксплуатация пастбищных водопроводов сопряжена с рядом инженерных проблем. Наиболее актуальными из них являются: высокая протяженность трубопроводов при сравнительно малом водоразборе, сезонный характер работы, удаленность от инфраструктурных центров, а также низкий коэффициент использования мощности системы. Все это требует высокой надежности инженерных решений и оптимизации затрат на строительство и эксплуатацию.

Целью настоящей работы является исследование условий возникновения воздушных скоплений в напорных трубопроводах пастбищных водопроводов и разработка технологических решений по их удалению с целью повышения надёжности, эффективности и энергетической устойчивости систем водоснабжения в условиях полупустынных и пустынных зон Российской Федерации. Задачи исследования соответствуют актуальным требованиям по развитию научного и инженерного потенциала аграрной отрасли, а также способствуют достижению целей национальных и региональных программ устойчивого сельского развития.

Причинами поступления воздуха в водовод могут быть:

- неполное удаление его при наполнении водовода водой;
- засасывание воздуха насосами через неплотности на всасывающей линии;
- выделение воздуха из транспортируемой воды;
- поступление через сооружения и арматуру водовода (водозабор, водоводы, вентузы и пр.).

В последнем случае атмосферный воздух может попадать в водоводы через вентузы и другую арматуру, расположенную на диктующих вершинах, или через неплотности в стыках, при образовании вакуума в трубах или при существенном уменьшении расхода воды и при прекращении ее подачи. В самотечных напорных водоводах возможно поступление атмосферного воздуха в случае понижения уровня воды в водоисточнике ниже предельной отметки.

Последствия:

- Снижение пропускной способности.
- Гидравлические удары и аварии.
- Увеличение эксплуатационных затрат.

Пути решения проблем:

Использование в водопроводной системе:

1. Воздухоотделителя первого типа с Цилиндрическо-конической камерой с тангенциальным подводом воды и диафрагмой. Благодаря тангенциальному подводу воды, внутри воздухоотделителя, поток приобретает вращательное движение. Центробежные силы, возникающие при этом, отжимают воду к стенкам, а воздух к оси воздухоотделителя, откуда он отводится специальной перфорированной воздухоотводящей трубкой. Для отвода выделившегося воздуха в верхней крышке воздухоотделителя установлена трубка со шлангом. В целях наиболее полного выделения воздуха в цилиндрической части отделителя устанавливается диафрагма. Вода после выделения из нее воздуха отводится через патрубок, присоединенный к цилиндрической части.

2. Использование воздухоотделителя второго типа. Отличие от первого варианта в том, что вода после выделения из нее воздуха отводится через патрубок, снабженный воронкообразным насадком, установленным в конической части воздухоотделителя соосно с осью воздухоотделителя. Трубка для отвода воздуха находится в верхней крышке. Принцип работы этого воздухоотделителя и основные элементы аналогичны воздухоотделителю по варианту 1.

3. Вариант воздухоотделителя 3. Этот вариант воздухоотделителя представляет собой цилиндр, закрытый по обе стороны крышками тангенциально к внешней поверхности цилиндра присоединены два патрубка: верхний, по которому в отделитель подводится поток, содержащий воздух, и нижний, по которому отбирается вода после удаления из нее воздуха. Трубка для отвода воздуха находится в верхней крышке.

Представлены **рекомендации** по оптимальной установке вентузов на пастбищных водопроводах.

Ключевые принципы размещения вентузов:

- На всех высших точках профиля (вершинах)

Обязательная установка на пиковых переломах рельефа

Особое внимание участкам с изменением уклона более 5°

- Через расчетные интервалы на протяженных участках.

Для труб Ø 50-150 мм: каждые 500-800 м

Для труб Ø 150-300 мм: каждые 800-1200 м

- В местах с высокой вероятностью завоздушивания

Перед резкими перепадами давления

После насосных станций (на расстоянии 50-100 м)

Перед запорной арматурой

Заключение.

Проект предлагает комплексное решение проблемы воздушных скоплений, благодаря применению высокоэффективных воздухоотделителей. Модернизации напорных резервуаров, Оптимизации расстановки вантузов.

Результаты работы внедрены в рекомендации для пастбищных водопроводов и могут быть применены в других регионах с аналогичными условиями.

К перспективам данной работы можно отнести Дальнейшую автоматизацию процессов удаления воздуха, использование материалов, устойчивых к коррозии и износу, а так же расширение применения разработок в коммунальном водоснабжении.

Библиографический список

1. Ангелов А.И. Экспериментальные исследования движения суспензий в гидроциклонах. В кн.: Очистка жидкостей в гидроциклонах. Сб.научных трудов ГИИГСХ. М., А.с. 356422 (СССР).
2. Устройство для предотвращения образования газовых скоплений. С.А.Гросс и др. Оpubл. в Б.И., 2001, № 32.
3. Воздухоотделитель. М.К.Баекенова и А.Т.Назарбаев. Оpubл. в Б.И., 1983, № 6.
4. Баекенова М.К. Причины поступления воздуха в пастбищные водопроводы. В кн.: Материалы конференции молодых ученых КазНИИВХ.
5. Водолазский В.И. Об установке вантузов на магистральных водопроводах. В кн.: Труды объединенного семинара по гидротехническому и водохозяйственному строительству. Харьков, 1961, вып. 3, с. 9-16.
6. Гигиберия Г.Я. Вопросы гидравлики воздушных включений. В кн.: Гидротехническое строительство и вопросы энергетики в горных условиях. Сб.трудов института энергетики.
7. Дальстром А.В. Принцип устройства и применение гидроциклонов. Химия и прогресс, № 50, 1997 с. 12-74.
8. Дальстром А.В. Принцип устройства и применение гидроциклонов. Химия и прогресс, № 50, 1990, с. 12-74.
9. Джваршейшвили А.Г. Гидротранспортные системы горно-обогатительных комбинатов. М.: Недра.
10. Дальстром А.В. Принцип устройства и применение гидроциклонов. Химия и прогресс, № 50, 1954, с. 12-74.
11. Джваршейшвили А.Г. Гидротранспортные системы горно-обогатительных комбинатов. М.: Недра, 1973. 352 с. с ил.

УДК 628.165

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ВОДОПОДАЧИ ПОДКАЧИВАЮЩИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Наумов Илья Владиславович, магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: В работе рассматриваются современные проблемы и решения в области автоматизации систем машинного водозабора и водораспределения для орошаемого земледелия. Анализируется структура и режимы работы машинного комплекса, включающего подкачивающую насосную станцию (ПНС), дождевальные машины и напорные трубопроводы. Особое внимание уделено динамике давления в системе, влияющей на надежность и эффективность работы комплекса. Разработаны модели насосов и трубопроводов, а также методы экономичного управления ПНС с учетом нагрузки и параметров системы. Практическая значимость исследований подтверждается внедрением разработанных устройств и технологий, что позволило существенно снизить аварийность трубопроводов и сократить энергозатраты. Работа направлена на повышение устойчивости и экономичности эксплуатации систем водоподдачи мелиоративного назначения.

Ключевые слова: орошение, водораспределение, дождевальные машины, водопотребление.

Введение

Развитие орошаемого земледелия неразрывно связано с дальнейшим совершенствованием систем машинного водозабора и водораспределения. Машинный комплекс (Рис. 1) представляет собой совокупность подкачивающей насосной станции (ПНС), пространственно распределенных потребителей и разветвленных напорных трубопроводов, соединяющих потребителя с источником водоподдачи. Внедрение таких комплексов в производство с одной стороны способствует их автоматизации и с другой, автоматизация таких комплексов становится актуальнейшим вопросом экономичной и безаварийной эксплуатации. Это связано с тем, что человек в силу физических и психологических не в состоянии оперативно управлять технологическими процессами в таком комплексе. Основным элементом внутрихозяйственной оросительной сети являются дождевальные машины (ДМ). Характер нагрузки сети определяется типом и графиком работы ДМ. В настоящее время на практике используются ДМ непрерывного действия типа "Фрегат" и позиционного "Волжанка", "Днепр". График работы машин первого типа - непрерывный, второго - дискретный. Их производительность составляет от 20 до 100 л/св зависимости от типа и модификации. Оптимальные условия орошения и номинальный расход ДМ могут быть достигнуты только при поддержании давления на ее входе в строго ограниченных пределах. К этому следует добавить, что для самоходных ДМ типа "Фрегат", надежная работа гидропривода ходовой части зависит, главным образом, от стабильности давления на ее входе, что является необходимым условием нормальной работы исправного дождевального агрегата. Так, единичная нагрузка (дождевальная машина), в соответствии с паспортными данными, имеет водопотребление, достигающее 25 % (100 л/с) от подачи основного насоса, в то время как в системах коммунального водоснабжения единичная нагрузка составляет доли процента от подачи насоса.

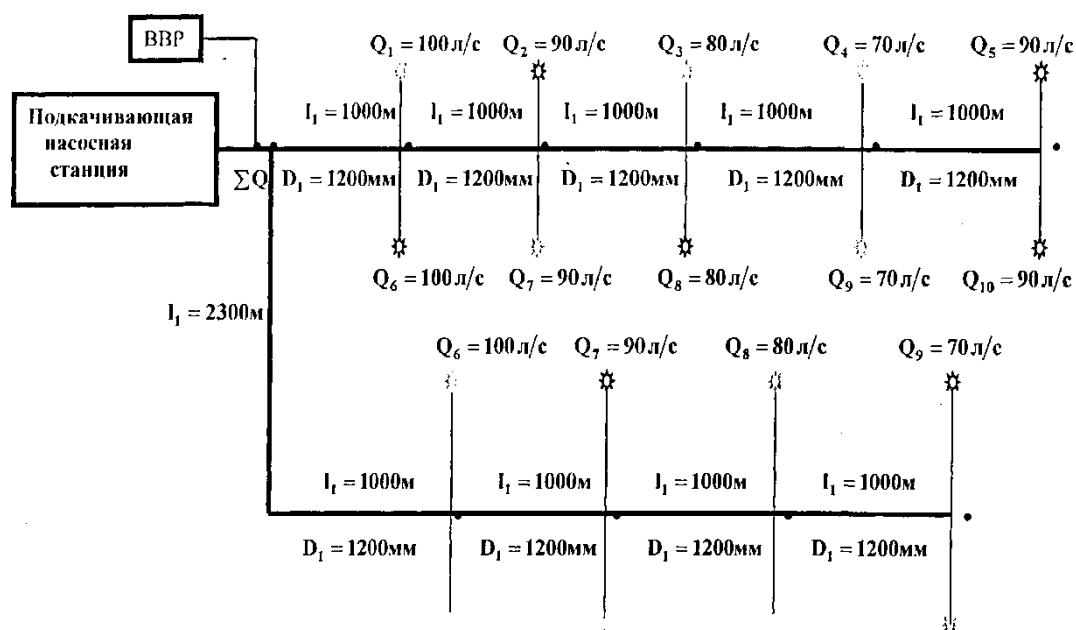


Рис. 1 Типичный пример системы машинной водоподдачи мелиоративного назначения. ВВР - водо-воздушный резервуар; работающие дождевальные машины; Φ - неработающие дождевальные машины

Эти системы характеризуются также крайне неравномерным графиком водопотребления, вплоть до того, что продолжительное время (до 6-8 часов) в системе водопотребление практически отсутствует.

ПНС в свою очередь являются основными элементами оросительных систем и определяют качественную и количественную стороны водоподдачи. На современных оросительных системах доля ПНС при машинном водозаборе и водораспределении составляет 90% от общего количества насосных станций на системе. Возмущения в работу системы водоподдачи вносятся не только нагрузкой, но и включением и отключением насосных агрегатов на ПНС. Так, при включении основных агрегатов на ПНС, давление в трубопроводе может скачком измениться на 10-20 % от максимального давления развиваемого насосом. Больше того, из-за отсутствия условий круглосуточной работы, возникает ежедневная необходимость в заполнении пустого или частично опорожненного трубопровода. Этот режим работы системы является наиболее опасным с точки зрения развития гидроударных явлений, приводящих нередко к порыву трубопровода. Поэтому предотвращение аварийных ситуаций, несущих не только прямые потери урожая, но и значительные материальные издержки, связанные устранением последствий аварии является одной из важнейших технологических задач. В этой связи целью работы является разработка способов и устройств управления системой водоподдачи, обеспечивающей устойчивую и экономичную работу комплекса технических средств в системе "ПНС - напорная сеть - потребитель". Для достижения этой цели необходимо прежде всего обобщить и научно обосновать технические и технологические требования, предъявляемые к системам водоподдачи мелиоративного назначения. Именно этим задачам и посвящена настоящая работа. С этой целью проанализированы работы посвященные анализу систем водоподдачи коммунального и сельскохозяйственного водоснабжения и общие первоисточники, касающиеся режимов работы насосов и трубопроводов. Это позволило определить стратегическую линию и наметить ожидаемые научные результаты исследований.

Полученные научные результаты можно разделить на группы по назначению:

1. Насосы:

- а) Разработана модель и эквивалентная электрическая схема замещения центробежного насосного агрегата.
- б) Разработана методика расчета механической характеристики насоса, позволившая уточнить ее математическое описание, характеризующее процесс преобразования энергии внутри корпуса насоса.

2. Трубопроводы:

- а) Выполнена линеаризация уравнений волнового тракта системы водоподачи, которая позволила заменить реальную напорную сеть эквивалентным однородным однониточным трубопроводом, упругость и потери в котором равны соответствующим значениям реальной напорной сети. Получено математическое описание расчетных участков эквивалентного трубопровода.
- б) Разработана методика представления систем водоподачи набором типовых узлов, для которых выполняются законы Кирхгофа. Формализовано их математическое и графическое представление.

3. Подкачивающие насосные станции:

- а) Разработаны способы и устройства экономичного управления насосной станцией, учитывающие количество и место подключения одновременно действующих потребителей и сигнал производной от давления по времени в качестве корректирующего сигнала, а также перераспределение нагрузки между параллельно работающими насосными агрегатами.
- б) Разработана математическая модель оптимальной системы водоподачи, состоящей из насосной станции, укомплектованной регулируемыми и нерегулируемыми насосами, напорного трубопровода и потребителей.

в) Выполненные исследования позволили сформулировать научно- обоснованные технические и технологические требования к ПНС.

Практическая ценность полученных результатов:

- а) Разработаны и доведены до практического применения технические структуры управления ПНС, основанные на использовании как прямых гидравлических, так и косвенных параметров управления.
- б) Классифицированы способы управления подачей и технологические режимы работы ПНС, разработаны рекомендации по их использованию.
- в) Разработана и освоена в производстве серия тиристорных станций управления насосным агрегатом с улучшенными энергетическими характеристиками, позволяющая плавно запускать, регулировать и измерять энергетические параметры приводного электродвигателя.
- с) Разработанные способы, устройства управления насосной станцией и насосными агрегатами внедрены в производственную практику и позволили уменьшить число порывов трубопровода на 70% и получить экономию электрической энергии в размере 25% годового энергопотребления.

Библиографический список

1. Аронович Г.В., Картвеллишвили Н.А., Любимцев Я.К. Гидравлический удар и уравнительные резервуары.- М.: Наука, 1968
2. Белозеров Н.П., Луговской М.В. Расчет систем водоснабжения с применением вычислительной техники. -М.: Колос, 1973
3. Гинзбург Я.Н. Оптимальное управление системой водораспределения.
4. Зоркин Е.М. Технические требования к насосным станциям водоподачи оросительных систем М. Водоснабжение и санитарная техника. 2004.
5. Хоружий П.Д. Расчет гидравлического взаимодействия водопроводных сооружений. Издательство при Львовском государственном университете издательского объединения . Вища школа. 1984

6. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. М.: 1984
7. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М - Л.: Госэнергоиздат. 1960. с.
8. Контаутас Р.К, Исследование и разработка методов регулирования систем городского водоснабжения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 1982.
9. Корягин А.М. Широкозахватные дождевальные машины "Фрегат" и "Волжанка". Сб. трудов ВНИИТП. Коломна, 1974
10. Николадзе Г.И., Сомов М.А., Водоснабжение., М., Стройиздат 1995
- Степанов А.И. Центробежные и осевые насосы. М.: ГНТИ машиностроительной литературы. 1960.

УДК631.363

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДИК РАСЧЕТА ПЕРЕПАДНЫХ КОЛОДЦЕВ ДЛЯ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

Клышбаев Дастан Рустемович, магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва
 Научный руководитель - *Али Мунзер Сулейман*, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: В данной статье подробно рассматриваются ключевые вопросы, связанные с проектированием и эксплуатацией перепадных колодцев, применяемых в системах водоотведения. Выполнен всесторонний анализ существующих конструктивных решений, оценены их гидравлические, экономические и эксплуатационные характеристики. На основе выявленных недостатков предложены усовершенствованные конструкции и уточненные методики гидравлического расчета, включая многоступенчатые системы и системы с соударением рассредоточенных потоков. Представлены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие повышение эффективности работы перепадных колодцев. Внедрение предложенных решений способствует повышению надежности, энергоэффективности и экономичности сооружений в современных инженерных сетях.

Введение

Современные системы водоотведения сталкиваются с рядом технических и эксплуатационных вызовов, особенно в условиях плотной городской застройки и значительных уклонов рельефа. Перепадные колодцы — одни из ключевых гидротехнических элементов, обеспечивающих переход между участками сети с различной глубиной заложения, гашение избыточной кинетической энергии потока, а также вентиляцию канализационных систем. Несмотря на широкое распространение, большинство существующих конструкций перепадных колодцев демонстрируют ряд существенных недостатков: недостаточную устойчивость к эрозии, сложность эксплуатации, высокую стоимость строительства. Цель данной работы — анализ, совершенствование и разработка новых методик расчета и конструктивных решений перепадных колодцев.

1. Анализ существующих конструкций

Существующие перепадные колодцы классифицируются следующим образом:

1.1. Шахтные колодцы с водосливом и водобоем

- Представляют собой вертикальные стволы, по которым вода падает в нижний коллектор.

- Преимущества: компактность, простота конструкции.
- Недостатки: разрушение стенок при высоких скоростях падения, образование кавитации, проблемы с вентиляцией.

1.2. Многоступенчатые перепады

- Поток воды последовательно проходит через несколько горизонтальных ступеней.
- Преимущества: снижение энергии потока постепенно, без образования сильных гидравлических прыжков.
- Недостатки: большая длина сооружения, сложность расчета, возможное засорение межступенчатых зон.

1.3. Колодцы с соударением потоков

- Потоки направляются с разных сторон, сталкиваясь в одной камере.
- Преимущества: интенсивное гашение энергии, повышенная турбулентность.
- Недостатки: требуется высокая точность геометрии и балансировки потоков, что усложняет проектирование.

2. Методика расчета перепадных колодцев

2.1. Проблемы традиционных расчетов

- Расчет длины водобойного колодца часто производится по упрощенным формулам, не учитывающим все гидравлические параметры.
- Обследования действующих объектов показали заниженные значения длины водобойных участков при использовании формул С.К. Колобанова и Н.А. Масленникова.

2.2. Предложенные усовершенствования

- Рекомендовано использовать уточненные методики М.Д. Чертоусова и О.М. Айвазяна, учитывающие реальные условия диссипации энергии.
- Эти формулы учитывают динамическое давление, глубину и скорость потока после сброса, что позволяет обеспечить устойчивую работу колодца и предотвратить разрушения.

3. Исследование многоступенчатых перепадов

3.1. Гидравлические режимы

- В ходе исследований выделены три характерных режима течения:
 - о **Безнапорный режим** — свободное течение по ступеням.
 - о **Переходный (начальный) напорный режим** — частичное заполнение межступенчатых зон.
 - о **Полный напорный режим** — поток охватывает все ступени.

3.2. Особенности распределения давления

- Установлено, что под каждой ступенью могут возникать локальные зоны отрицательного давления, особенно при отсутствии доступа воздуха.
- Для стабилизации режима предложено предусматривать вентиляционные отверстия или каналы для аэрации.

3.3. Гидравлические коэффициенты

- На основании опытов определены следующие средние значения:
 - о **Коэффициент расхода (μ)**: 0,57.
 - о **Коэффициент скорости (ξ)**: 0,89.
 - о **Коэффициент сжатия (ϕ)**: 0,64.
- Эти параметры позволяют производить более точные расчеты при проектировании и моделировании многоступенчатых перепадов.

4. Разработка перепадного колодца с соударением рассредоточенных потоков

4.1. Принцип действия

- Конструкция предусматривает подачу потока с противоположных сторон под углом к продольной оси, что приводит к их соударению в центральной зоне колодца.
- В результате создается зона интенсивной турбулентности, сопровождаемая высокой степенью аэрации и эффективным гашением кинетической энергии.

4.2. Преимущества конструкции

- Компактные размеры по сравнению с традиционными шахтными и многоступенчатыми системами.
- Увеличенный ресурс за счет снижения гидравлических ударов.
- Простота эксплуатации и обслуживания, особенно при использовании сменных вставок и модулей.

4.3. Результаты экспериментов

- При моделировании установлено, что уровень остаточной энергии на выходе снижается на 35–50% по сравнению с шахтными колодцами.
- Особенно эффективна конструкция при больших расходах (более 200 л/с) и значительных высотах перепадов (свыше 4 м).

5. Технико-экономическая оценка

5.1. Сравнительный анализ

- Были рассмотрены параметры: объем земляных работ, объем бетона, стоимость арматуры, эксплуатационные затраты.
- Колодцы с соударением потоков и многоступенчатые конструкции показали лучшие показатели по совокупной стоимости.

5.2. Экономическая эффективность

- За счёт снижения объема строительных материалов и ускорения сроков монтажа экономия капитальных затрат может достигать 20–25%.
- Также значительно снижаются эксплуатационные расходы за счёт меньшего износа конструктивных элементов.

Заключение

Проведенные исследования и экспериментальные разработки позволяют сделать следующие выводы:

1. Современные задачи водоотведения требуют применения усовершенствованных конструкций перепадных колодцев.

Наиболее перспективными являются многоступенчатые перепады и системы с соударением потоков.

1. Методики расчета должны быть основаны на уточненных коэффициентах и учитывать режимы течения и вентиляционные условия.

2. Внедрение предложенных решений обеспечивает снижение затрат, повышение устойчивости и долговечности объектов водоотведения.

Библиографический список

1. Алексеев М.И. *Гидравлика перепадных колодцев*. — М.: Стройиздат, 2003.
2. Шутов Ю.Д. *Конструкции и расчет перепадных сооружений*. — СПб: Гидропроект, 2007.
3. Чертоусов М.Д. *Гидравлические прыжки и их расчет*. — Новосибирск: СибНИИВ, 1995.
4. Айвазян О.М. *Современные методы расчета водоотводящих систем*. — Ереван: Армгидропроект, 2010.

УДК 626.17/691.17/502/504

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕК: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Богомолов Всеволод Михайлович, аспирант, кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sevyuch2017@yandex.ru
Научный руководитель – **Фартуков Василий Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.

Аннотация: Статья посвящена современным методам оценки гидроэнергетического потенциала (ГЭП) рек, включая теоретические, технические и экономические аспекты. Рассмотрены ключевые факторы, влияющие на ГЭП, такие как климатические изменения, топографические особенности и экологические ограничения. Приведены примеры расчетов для различных сценариев, включая экстремальные явления (паводки, засухи), и анализ точности применяемых моделей (CMIP6, SWAT, HEC-HMS). Особое внимание уделено интеграции климатических и гидрологических данных для долгосрочного прогнозирования. Статья предназначена для специалистов в области гидроэнергетики, экологов и проектировщиков ГЭС.

Ключевые слова: гидроэнергетический потенциал, климатические изменения, CMIP6, SWAT, экстремальные явления, цифровые двойники.

Актуальность

Гидроэнергетика остается одним из наиболее устойчивых и рентабельных источников возобновляемой энергии. Однако ее потенциал существенно зависит от изменчивости климата, антропогенного воздействия и технических ограничений. В условиях роста потребности в «зеленой» энергии и учащения экстремальных погодных явлений (например, засух в южных регионах или паводков в Сибири) точная оценка ГЭП становится критически важной. Современные методы, такие как цифровые двойники и ансамбли климатических моделей, позволяют минимизировать риски и оптимизировать работу ГЭС.

Введение

Гидроэнергетический потенциал (ГЭП) рек является ключевым показателем для планирования и эксплуатации гидроэлектростанций (ГЭС). Его оценка требует учета множества факторов, включая климатические изменения, топографические особенности и технические ограничения. В данной статье рассматриваются основные методы оценки ГЭП, их преимущества и недостатки, а также практические примеры расчетов.

Цель и задачи

Цель: Систематизировать методы оценки гидроэнергетического потенциала рек и предложить рекомендации по их применению в условиях климатических изменений.

Задачи:

1. Сравнить методы расчета теоретического, технического и экономического ГЭП.
2. Проанализировать влияние климатических и топографических факторов на выработку энергии.
3. Оценить точность современных моделей (CMIP6, SWAT, HEC-HMS) для прогнозирования стока.
4. Привести практические примеры расчетов для различных сценариев, включая экстремальные явления.
5. Разработать рекомендации по оптимизации управления гидроресурсами.

Методы и методика исследований.

1. Основные методы оценки гидроэнергетического потенциала

1.1. Теоретический гидроэнергетический потенциал

Теоретический потенциал представляет собой максимально возможную энергию, которую можно получить при полном использовании стока реки без учета потерь. Расчет производится по формуле:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H,$$

где:

- ρ — плотность воды ($\sim 1000 \text{ кг/м}^3$),
- g — ускорение свободного падения (9.81 м/с^2),
- Q — расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$),
- H — напор (высота падения воды, м).

Недостатки:

- Не учитывает потери на трение, испарение и КПД оборудования.

1.2. Технический гидроэнергетический потенциал

Технический потенциал учитывает реальные ограничения, такие как КПД турбин ($\eta \approx 0.85-0.95$) и рельеф местности. Формула:

$$P_{\text{техн}} = P_{\text{теор}} \cdot \eta \cdot K_{\text{исп}},$$

где $K_{\text{исп}}$ — коэффициент использования стока (0.7–0.9).

Применение:

- Используется для проектирования ГЭС.

1.3. Экономический гидроэнергетический потенциал

Оценивает рентабельность освоения ресурсов с учетом затрат на строительство и эксплуатацию. Методы:

- **Чистая приведенная стоимость (NPV).**
- **Срок окупаемости (Payback Period).**

Пример:

Для реки с $Q=100 \text{ м}^3/\text{с}$ и $H=50 \text{ м}$:

- Теоретическая мощность: 49.05 МВт.
- Техническая мощность: 35.3 МВт (при $\eta=0.9$, $K_{\text{исп}}=0.8$).

2. Факторы, влияющие на гидроэнергетический потенциал

Группа факторов	Конкретные факторы	Влияние
Гидрологические	Расход воды, осадки	Определяет объем доступной воды. Снижение осадков уменьшает сток.
Топографические	Уклон реки, напор	Чем выше напор, тем больше мощность ГЭС.
Климатические	Температура, ледовый режим	Таяние ледников временно увеличивает сток, но сокращает его в долгосрочной перспективе.
Экологические	Ограничения на забор воды	Снижает доступный потенциал.

3. Влияние климатических изменений

Изменение климата существенно влияет на ГЭП.

Например,

- **Снижение осадков** на 15% уменьшает выработку энергии на 15% (см. таблицу ниже).
- **Паводки** требуют сброса воды, что приводит к потерям энергии.

Пример расчета для бассейна реки с $A=50000 \text{ км}^2$:

Сценарий	ΔP (%)	Новый сток ($\text{м}^3/\text{с}$)	Изменение выработки (%)
Базовый	0	317	—

Увеличение	+10	349	+9.8
Уменьшение	-15	270	-15.1

4. Современные методы моделирования

Для точной оценки ГЭП используются:

- Климатические модели (CMIP6, WRF):**
 - Прогнозируют осадки и температуру.
 - Ошибка: $\pm 20\%$ для осадков.
- Гидрологические модели (SWAT, HEC-HMS):**
 - Рассчитывают сток с учетом рельефа и почв.
 - Ошибка: $\pm 10\%$ после калибровки.

Рекомендации:

- Использовать ансамбли моделей (CMIP6 + SWAT).
- Калибровать модели по историческим данным.

6. Примеры влияния экстремальных явлений

Сценарий	ΔQ (м³/с)	Потери энергии (ГВт·ч)	Влияние на ГЭС
Паводок	+300	58.6	Сброс воды, риск повреждений.
Сильная засуха	-200	244.8	Снижение выработки на 40%.

6. Заключение

Оценка гидроэнергетического потенциала требует комплексного подхода, включающего:

- Учет климатических изменений.
- Применение современных моделей (CMIP6, SWAT).
- Анализ экстремальных явлений.

Выводы

- Методы оценки ГЭП** требуют комплексного подхода:
 - Теоретический потенциал превышает реальные возможности в 2–3 раза.
 - Технический и экономический анализ снижает погрешность до 10–15%.
- Климатические изменения** оказывают значительное влияние:
 - Снижение осадков на 15% уменьшает выработку энергии на 15–20%.
 - Паводки увеличивают риски повреждения инфраструктуры.
- Современные модели** демонстрируют высокую точность:
 - Ансамбли моделей (CMIP6 + SWAT) снижают ошибку прогноза до 5–10%.
 - Цифровые двойники позволяют отслеживать работу ГЭС в реальном времени.
- Рекомендации:**
 - Использовать адаптивные стратегии управления для минимизации потерь.
 - Интегрировать ИИ и спутниковые данные для мониторинга стока.

Перспективы: Дальнейшее развитие технологий, таких как квантовое моделирование водных потоков, позволит повысить точность оценок до 95–98%.

Библиографический список

- Авакян А.Б. Гидроэнергетика России. — М.: Наука, 2010.
- Клименко В.В. и др. "Моделирование гидроэнергетического потенциала рек России в условиях изменения климата" М.: Институт водных проблем РАН, 2023.

3. Государственный доклад "О состоянии и использовании водных ресурсов РФ" Росгидромет, 2024.
4. Петров А.А., Смирнова И.К. "Цифровые двойники ГЭС: опыт внедрения в России" Энергетика и электротехника, №5, 2023.
5. Руководство по оценке климатических рисков для гидроэнергетики Минэнерго РФ, 2024.
6. IPCC AR6 (2021). Climate Change and Water Resources.
7. IPCC AR6 Synthesis Report (2023) "Climate Change 2023: Impacts on Hydropower"
8. Lehner B. et al. (2005). Global hydropower potential assessment.
9. Lehner B. et al. (2023) "High-resolution global hydropower potential assessment using satellite data" Nature Energy, Vol. 8.
10. International Energy Agency (2024) "Hydropower Special Market Report"

УДК631.363

ПОДГОТОВКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ МАЛОМОЩНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Киргизов Егор Павлович, магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва
 Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема обеспечения качественной питьевой водой населенных пунктов, использующих маломощные поверхностные источники в условиях ограниченных ресурсов. Предложены технологические решения, направленные на повышение эффективности очистки воды, снижение эксплуатационных затрат и обеспечение стабильного водоснабжения. Результаты исследования могут быть применены в сельской местности, удаленных регионах и зонах с дефицитом воды. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются автоматизация процессов водоподготовки и использование инновационных сорбционных материалов.

Ключевые слова: питьевая вода, маломощные источники, водоподготовка, очистка воды, сорбционные материалы.

Введение

Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из ключевых задач устойчивого развития, особенно в регионах с ограниченными водными ресурсами. Маломощные поверхностные источники (ручьи, небольшие реки, водоемы) часто остаются единственным доступным вариантом для водоснабжения, однако их использование сопряжено с рядом технологических и экологических проблем.

Целью настоящей работы является разработка эффективных методов подготовки питьевой воды из маломощных поверхностных источников, обеспечивающих соответствие санитарно-гигиеническим нормам при минимальных энергозатратах и эксплуатационных расходах.

Причины проблем

- Низкая производительность источников, нестабильность водного режима.
- Высокое содержание природных загрязнений (взвешенные вещества, органические соединения, микроорганизмы).
- Отсутствие централизованных систем очистки в удаленных районах.

Последствия

- Риск для здоровья населения из-за некачественной воды.
- Высокие затраты на транспортировку и очистку.
- Необходимость частого обслуживания и ремонта оборудования.

Пути решения проблем

1. Использование комбинированных методов очистки:

- о Механическая фильтрация для удаления взвешенных частиц.
- о Сорбционная очистка с применением активированного угля и природных цеолитов.

- о Обеззараживание ультрафиолетовым излучением или малыми дозами реагентов.

2. Оптимизация технологических схем:

- о Каскадная система очистки, адаптированная под сезонные изменения качества воды.
- о Использование компактных модульных установок для маломощных источников.

3. Внедрение автоматизированных систем контроля:

- о Датчики мониторинга качества воды в реальном времени.
- о Дистанционное управление процессами очистки.

Рекомендации по внедрению

- Установка предварительных фильтров грубой очистки для защиты оборудования.
- Регулярный мониторинг качества воды на всех этапах очистки.
- Обучение местного населения основам эксплуатации и обслуживания систем.

Заключение

Предложенные решения позволяют обеспечить надежную подготовку питьевой воды из маломощных поверхностных источников, снизить затраты и повысить доступность водоснабжения для удаленных регионов. Перспективными направлениями являются дальнейшая автоматизация и применение новых сорбционных материалов.

Библиографический список

1. Иванов А.В. Современные методы водоподготовки. М.: Стройиздат, 2020.
2. Петрова Л.К. Очистка воды из маломощных источников. Водоснабжение и санитарная техника, № 5, 2019.
3. Магомадов З.Р. Оптимизация технологий водоподготовки для маломощных источников. Диссертация, МГСУ, 2023.
4. Сидоров Н.П. Сорбционные материалы в водоподготовке. М.: Наука, 2021.
5. Григорьев В.М. Автоматизация процессов очистки воды. М.: Энергоатомиздат, 2018.

УДК 532.543

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОДОТОКОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РАЗНОМАСШТАБНОСТИ РЕЧНОЙ СЕТИ

Маринина Ольга Андреевна, старший научный сотрудник госзадания № FZWG-2023-0011 ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ», marinina@bsuedu.ru

Севрюков Михаил Сергеевич, аспирант Института наук о Земле ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ», misevriukov@mail.ru

Выродова Ярослава Валерьевна, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ», pavlyuk@bsuedu.ru

Аннотация: Разработан метод оценки транспортирующей способности водотоков разного порядка Белгородской области, интегрирующий ГИС-анализ морфометрических параметров (на основе цифровых моделей рельефа) и модифицированную формулу Замарина.

Ключевые слова: транспортирующая способность, ГИС-моделирование, речные бассейны, малые реки, заиление

Ключевым критерием устойчивости малых рек к заилению служит их транспортирующая способность (ТС). Методы расчета ТС, представленные в литературе, подразделяют на три группы. Первая группа включает многочисленные эмпирические формулы [4], основанные на исследованиях гидравлики и транспорта наносов в лабораторных лотках. В свое время эти формулы были рекомендованы в качестве ГОСТ 3908 – 47 [3].

Альтернативой эмпирическим подходам являются формулы транспорта наносов, разработанные на основе теоретико-экспериментальных исследований. Такие формулы нуждаются в адаптации к условиям естественных потоков.

Распределение нагрузки поступающего объема наносов на водотоки крайне неравномерно по порядкам водотоков [1]. В рамках одного бассейна могут наблюдаться значительные отличия в его разных звеньях. Рассчитанные показатели поступления наносов в реку и оценка ее транспортирующей способности не всегда может адекватно передать происходящую ситуацию. Если водоток высокого порядка (VI-VII) справляется с поступающим объемом наносов с водосбора, то его верхние звенья могут сильно заиливаться, обуславливая неблагоприятную ситуацию на всем водосборе [6]. Поэтому целесообразным становится проанализировать эрозионно-аккумулятивные процессы внутри всего водосбора по порядкам водотоков. Это позволит выявить уязвимые водотоки к заилению и другие значимые проблемы. Однако для расчёта транспортирующей способности водотоков требуется большой материал по морфометрическим и гидравлическим показателям. Отсутствие показателей затрудняет моделирование эрозионно-аккумулятивных процессов внутри бассейнов рек [5,7].

Однако, с развитием ГИС-технологий некоторые морфометрические показатели возможно вычислить на основе цифровых моделей рельефа.

Задачей нашего исследования являлось установить особенности и различия перераспределения наносов для рек, которые протекают в условиях однородности и изотропности поля годового стока. Для оценки исследуемого показателя для рек VI-VII порядков авторы использовали формулу Е.М. Замарина [4], которая была калибрована по данным о транспортирующей способности потоков с обычными для малых рек наносами (алевритовыми и мелкопесчаными):

$$R = 0,022Q \left(\frac{U}{\omega} \right)^{1,5} \sqrt{HI} \quad (1)$$

где R – транспортирующая способность потока, кг/с; Q – расход воды, м³/с; U – скорость течения, м/с; ω – гидравлическая крупность, формула справедлива в диапазоне 0,002-0,008 м/с; H – глубина потока, м; I – уклон.

Путем преобразований на основании закономерностей, полученных Р.А. Нежиховским (1971) нами была получена следующая формула для расчета транспортирующей способности потока:

$$R = \frac{0,001188 Q^{1,485}}{40,74 \omega^{1,5} F^{0,175}} \quad (2)$$

Результаты представлены в предыдущих публикациях авторов [7].

Транспортирующая способность рассчитана для основных рек Белгородской области, включая р. Везёлка (г. Белгород) и антропогенно преобразованную р. Осколец. Для р. Оскол выполнены расчёты в верхнем и нижнем звеньях. Также охвачены восемь рек V порядка ($F < 800 \text{ км}^2$) и VI порядка ($900 \text{ км}^2 < F < 9000 \text{ км}^2$).

Однако, для понимания общей картины протекающих эрозионно-аккумулятивных процессов на водосборе, требуется рассчитать показатели транспортирующей способности каждого разнорядкового водотока на территории региона. В среде ГИС по цифровым моделям рельефа мы имеем возможность вычислить уклон каждого водотока и проанализировать перераспределение наносов внутри бассейнов с учетом данного показателя.

Продольный уклон водной поверхности — ключевая гидравлическая характеристика водотока, определяющая сопротивление потока, его пропускную способность и гидрологические режимы (подпор, паводки). Значения уклона необходимы при расчете пропускной способности русла с использованием уравнений движения потока.

Для оценки показателя R других водотоков нами использована формула Замарина, которая также может быть записана в виде:

$$R = K_1 Q^{1.5} I^{0.5} \quad (3)$$

Коэффициент k_1 равен 0,59 для крупных алевритов и 0,66 для тонких песков.

Таким образом нам в исследовании необходимо два показателя, расход воды и уклон водотоков.

Коэффициент расхода воды был принят в соответствии с обобщенными морфометрическими и гидравлическими параметрами равнинных малых рек Русской равнины (по Н.А.Ржаницыну).

Уклон каждого водотока нами был рассчитан с помощью программного комплекса ArcGIS на основе гидрологически-корректной цифровой модели рельефа и векторных данных речной сети региона. Цифровая модель рельефа получена [2]. Структура речной сети оцифрована по картам М 1:25 000 и уточнена по крупномасштабным космическим снимкам. Полученные векторные объекты водотоков были конвертированы дважды в точки: в первом случае в исток реки, во втором - в устье. Таким образом, нами были получены точечные данные истоков и устьев водотоков Белгородской области. На основе инструментов зональной статистики ГИС из ЦМР нами были извлечены высоты рельефа в данных точках в сами точечные объекты векторного слоя. Таким образом, нами были получены данные высот истоков и устьев водотоков, что позволило рассчитать падение реки и соответственно уклон водотоков. Результаты были присоединены в атрибутивную таблицу водотоков. В итоге, получена таблица с порядком водотоков, их длиной, падением и уклоном. Геоинформационные системы позволили рассчитать сводную таблицу по рекам области (таблица 1). Далее, нами были присоединены данные расходов воды, соответствующих определенному порядку.

Таблица 1

Морфометрические и гидравлические параметры малых рек Белгородской области

Порядок	Количество	Длина, км	Падение реки, м	Уклон, промилли	Расход воды (по Н.А. Ржаницыну)	R, кг/с
1	580	2,76	20,66	0,11410	0,0039	0,028259
2	702	5,23	21,21	0,08530	0,011	0,194404
3	75	3,1097	15,752	0,06154	0,03	0,05832
4	44	10,8491	16,6818	0,02096	0,088	0,100935
5	23	20,71	12,608	0,00898	0,25	0,169332
6	12	39,22699	11,08333	0,00376	0,71	0,950444
7	2	27,01045	8	0,0298		3,61

Анализ таблицы показал, что с увеличением порядка транспортирующая способность увеличивается, что закономерно. Было установлено, что результаты, полученные по формуле 3 хорошо коррелируют с данными, полученными по формуле 2, схожесть данных по водотокам VI-VII порядка около 80 % в условиях нормы стока. Таким образом, можно сделать вывод, что оба метода отличаются относительной достоверностью. Это позволяет использовать ГИС-моделирование в условиях отсутствия данных для оценки распределения уязвимости водотоков к заилению, оценке транспортирующей способности водотоков.

Визуализация результатов моделирования транспортирующей способности представлена на рисунке 1. Полученная картина возможно только при условии, что свойства поверхности ложа водотоков зависят только от гидравлических параметров в данном створе и не зависят от характера наносов, поступающих к данному створу с вышележащей части русловой сети.

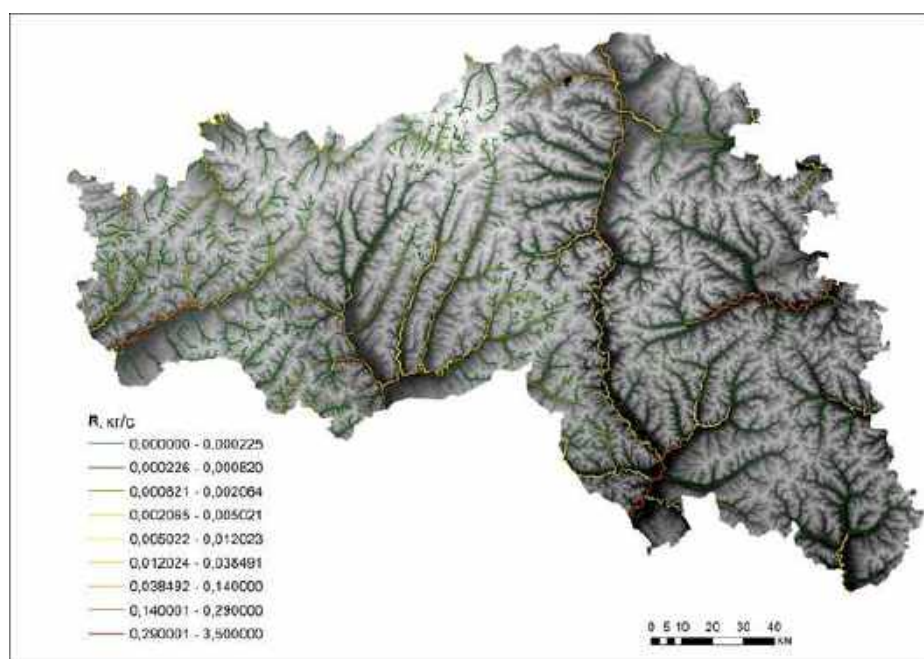


Рис. 1 Распределение транспортирующей способности водотоков Белгородской области

Результаты исследования показывают, что с ростом порядка водотоков значительно увеличивается транспортирующая способность рек. Однако, рельеф играет важную роль в данных процессах. Следует отметить, что транспортирующая способность водотоков верхнего звена бассейнов рек VI-VII порядка Белгородской области уменьшается с запада на восток. Верхнее звено водосборов на западе представлено в десятки раз более высокими показателями транспортирующей способности водотоков, чем на востоке. Некоторые бассейны (р. Айдар – юго-восток области) представлены крайне низкими показателями транспортирующей способности во всем верхнем звене водосбора. По данному водосбору как раз проходит граница лесостепной и степной зоны. Стоит отметить, что оценка темпов деградации рек с конца XVIII в. также свидетельствует об увеличении деградационных процессов с запада на восток [5]. Таким образом, низкие показатели транспортирующей способности водотоков привели к заиливанию рек в прошлые столетия.

В результате исследования установлено, что использование гидрологически-корректной цифровой модели рельефа и геоинформационных технологий целесообразно для получения морфометрических показателей, используемых в формулах расчета транспортирующей способности рек, особенно при крупномасштабных исследованиях в условиях ограниченности данных. Оценка распределения показателей транспортирующей

способности водотоков по порядкам водотоков дает более полное представление о ситуации на водосборе.

Библиографический список

1. Безухов Д.А. Оценка коэффициента доставки наносов малых водосборов в лесостепных и степных районах Восточно-Европейской равнины / Д. А. Безухов, В. Н. Голосов, А. В. Панин // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2019. – № 4. – С. 73-84.
2. Буряк Ж.А. Моделирование эрозионно-аккумулятивных процессов для оценки состояния компонентов бассейновых систем малой реки / Ж. А. Буряк // Материалы I Белорусского географического конгресса : к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. : в 7 ч. Ч. 1. Современные проблемы гидрометеорологии / Белорус.гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2024. – С. 43-47.
3. ГОСТ 3908-47. Транспортирующая способность и незаиляющие скорости течения воды в каналах. – Введ. 1947-07-14. – Москва: Стандартгиз, 1947. – 11 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
4. Замарин Е.А. Транспортирующая способность и допускаемые скорости течения в каналах / Е. А. Замарин. – 2-е изд., перераб. – Москва; Ленинград: Госстройиздат, 1951. – 82 с.: ил., табл., схем.
5. Реки и водные объекты Белогорья: [монография] / Ф. Н. Лисецкий, А. В. Дегтярь, Ж. А. Буряк [и др.]; под ред. Ф. Н. Лисецкого; ВОО «Рус.геогр. о-во», НИУ «БелГУ». – Белгород: КОНСТАНТА, 2015. – 362 с.: ил.
6. Шамшурина Е.Н. Оценка изменений интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов на малых водосборах Среднерусской возвышенности с начала земледельческого освоения / Е. Н. Шамшурина, В. Н. Голосов, А. Р. Попова, Е. А. Шынбергенов, А. П. Жидкин // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2024. – Т. 79. – № 3. – С. 60-71.
7. Marinina O.A. Evaluation of Siltation of rivers with intensive economic development of watersheds / O. A. Marinina, O. P. Yermolaev, K. A. Maltsev [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11, No. 14. – P. 3004-3013. – DOI: 10.3923/jeasci.2016.3004.3013. – EDN: YVECXPR.

Финансирование исследования: Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания № FZWG-2023-0011

УДК 628.165

ЛИВНЕВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ, ОЧИСТКА ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Маляров А.В., магистр кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, malayar4ik@bk.ru

Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: в работе рассмотрены актуальные проблемы загрязнения водой большим содержанием в воде нефтепродуктов.

Ключевые слова: окружающая среда, нефтепродукты, загрязнение окружающей среды.

В нынешних реалиях почти 80% воды на планете является загрязненной, в каких-либо местах-более грязная, где-то менее, однако факт того, что большая часть выбрасываемых веществ из промышленных предприятий сбрасывается в воду-неоспоримо, именно поэтому актуальность данной проблемы является очень важной в наши дни.

Сточные воды несут в себе большое количество химических примесей, взвешенных частиц и бытового мусора, поэтому их сброс в открытые водоемы без предварительной подготовки запрещен. Очистка ливневых стоков позволяет обезопасить загрязненные дождевые, поливомоечные, производственные воды, сделать их безопасными для человека и окружающей среды используя очистные сооружения. Эффективность очистных мероприятий зависит от устройства системы, применяемых технологий обработки сточных вод и других нюансов.

Таким образом, актуальность проблемы очистки сточных вод от нефтепродуктов не вызывает сомнений. Целью настоящей работы является анализ имеющейся информации о загрязнении водных ресурсов России нефтепродуктами, оценка статистических данных и разработка рекомендаций по очистке воды и охране окружающей среды.

Большое количество исследований проверяет на изучение состава ливневых сточных вод, промышленных сточных вод, с разных территориальных объектов. Талые, дождевые и поливомоечные воды, которые стекали и стекают с застроенных территорий, считались и считаются не особо опасными, однако, существуют нормы ГОСТ по нормативам, которых, имеется определенная предельно допустимая концентрация нефтепродуктов, которая может удовлетворять потребностям сточных вод, если же в исходной воде присутствует превышение показателей нефтепродуктов, то необходимо предоставить очистку стока от данных загрязнений.

За счет увеличения территориальных площадей, показатели загрязнения может привести к негативным эффектам и последствиям на окружающую среду.

Основными задачами, которые решаются в работе:

- изучение состава исходных сточных вод за счет анализов проводимых перед строительством очистных сооружений ливневого стока;
- оценка качества исходных показателей, и дальнейшие условия очистки сточных вод;
- вопросы, по необходимости глобальной очистки поверхностного стока от нефтепродуктов и прочих загрязняющих веществ;
- оценка допустимых норм и проведение очистки доГОСТ, предусмотренных законами РФ;
- Оценка качества сточных вод после очистки за счет ливневой канализации;
- Согласование точки сброса после очистки исходной воды (куда будет производится сброс воды).

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- на основе анализа исходных сточных вод выделить основные региональные и климатические факторы, которые следует учитывать в очистке за счет ливневых очистных сооружений;
- оценить стоимостные показатели на очистку сточных вод от нефтепродуктов за счет показателей и технического подхода к данному вопросу;
- оценить целостность и комплектность оборудования, предлагаемого к поставке для очистки поверхностных сточных вод;
- рассмотреть возможность сброса после очистки.

Для выполнения поставленной цели в работе выполняется обоснование возможных потребностей в воде при одном сценарии удаления превышаемого количества нефтепродуктов до норм ГОСТ на перспективу до 2026 года.

С целью обоснования в строительстве ливневой канализации в работе рассматриваются применяемые и настоящие технические, технологические методики определения потребности в очистке поверхностных сточных вод. На основе рассмотренной методики определены допустимые методы очистки за счет специализированного оборудования, благодаря которым сточные воды на выходе будут соответствовать требованиям ГОСТ по очистке поверхностных сточных вод, утвержденных законодательством РФ СП 32.13330.2018.

Ливневая канализация - это инфраструктура, предназначенная для отвода избытка дождевой и грунтовой воды с непроницаемых поверхностей, например, асфальтированные улицы, автостоянки, парковки, пешеходные дорожки, тротуары и крыши. Ливневые канализации различаются по конструкции от небольших жилых сухих колодцев до крупных муниципальных систем.

Ливневые стоки принимают воду на большинстве автомагистралей, скоростных шоссе и других оживлённых дорог, также в городах и районах с обильными осадками, которые приводят к наводнениям, еще в прибрежных городах с регулярными штормами. Дождевые желоба на домах и зданиях бывают соединены с ливневой канализацией. Поскольку многие системы ливневой канализации представляют собой гравитационные стоки, которые сбрасывают неочищенную ливневую воду в реки или ручьи, любые опасные вещества, попадающие в канализацию, загрязняют водоёмы.

Ливневые стоки иногда не справляются с количеством осадков, выпадающих во время сильных дождей или штормов. Затопленные стоки могут привести к затоплению подвалов и улиц. Во многих районах требуются резервуары для сбора внутри зданий, которые временно удерживают сточные воды во время сильных дождей и ограничивают поток, поступающий в общественную канализацию. Это приводит к снижению риска переполнения общественной канализации. Некоторые ливневые стоки смешивают ливневые (дождевые) воды с канализационными либо намеренно, в случае совмещённых канализаций, либо непреднамеренно.

Воздействие на окружающую среду

Количество воды

Ливневые стоки часто не справляются с количеством осадков, выпадающих во время сильных дождей и/или штормов. Когда ливневые стоки переполняются, могут происходить затопления подвалов и улиц. В отличие от катастрофических наводнений, этот тип городских наводнений происходит в застроенных районах, в которых преобладают дренажные системы, созданные человеком. Городские наводнения являются основной причиной засорения канализации и затопления подвалов, которые могут неоднократно влиять на объекты недвижимости.

Сбросы в ливневую канализацию можно свести к минимуму, включив в муниципальные планы или малозатратную застройку или экологичную инфраструктуру. Чтобы уменьшить количество ливневых стоков с крыш, потоки из водосточных желобов (дождевых желобов и водосточных труб) необходимо пропускать в прилегающую почву, а не сбрасывать в ливневую канализацию. Ливневые стоки с мощёных поверхностей могут направляться в неизолированные канавы (иногда называемые водоотводами или биоотводами), перед тем, как попасть в ливневую канализацию, чтобы вода могла впитаться в грунт. Водопроницаемые материалы для мощения могут использоваться при строительстве тротуаров, подъездных дорог, а в некоторых случаях, парковок, чтобы часть ливневых стоков впитывалась в грунт.

Качество воды - Вода, стекающая с этих непроницаемых поверхностей, собирает бензин, моторное масло, тяжёлые металлы, мусор и другие загрязняющие вещества с дорог и парковок, а также удобрения и пестициды с газонов. Дороги и парковки являются

основными источниками никеля, меди, цинка, кадмия, свинца и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которые образуются в результате сгорания бензина и других ископаемых видов топлива. Сточные воды с крыш содержат большое количество синтетических органических соединений и цинка (из оцинкованных желобов).

Отделить нежелательные сточные воды можно с помощью устройств, установленных в системе ливневой канализации. Они называются нефтеуловителями (OGS) или нефтеуловителями-осадителями (OSS). Они состоят из специальной камеры колодца и используют поток воды и/или гравитацию для отделения нефти и песка.

Связь с санитарными канализационными системами - Ливневые стоки отделены от санитарных канализационных систем. Разделение ливневой и санитарной канализации помогает предотвратить перегрузку очистных сооружений инфильтрацией/притоком во время ливня, что может привести к попаданию неочищенных сточных вод в окружающую среду.

Многие системы ливневой канализации сбрасывают неочищенные ливневые стоки в реки или ручьи.



Рис. 1 Предлагаемый метод очистки сточных вод от нефтепродуктов

Чтобы защитить и восстановить водоемы Российской Федерации, необходимо остановить сброс неочищенных или минимально очищенных сточных вод промышленными предприятиями, внедрение технологий, способствующих воде и обширных систем водоснабжения, строительство и модернизация высокоэффективных средств для очистных сооружений с широкой реализацией новых методов очистки сточных вод. В дополнение к традиционным механическим, химическим и физико-химическим методам были созданы многочисленные современные и эффективные методы очистки сточных вод, что обеспечивает селективное извлечение и повторное использование нефтепродуктов

Библиографический список

1. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения — Введ. 1985-01-01. — Москва: Стандартинформ, 2005
2. Основные показатели охраны окружающей среды. Статистический бюллетень. — М.: Федеральная служба государственной статистики, 2021.

3. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2019. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2020.
4. РФ СП 32.13330.2018.

УДК 532.5

АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНИИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ В ВОДОПОДАЮЩИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

Винокурова Ирина Николаевна, аспирант кафедры «Гидротехнические сооружения», Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», преподаватель ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» vin29@internet.ru

Научный руководитель-Ханов Нартмир Владимирович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Гидротехнические сооружения», Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», khanov@rgau-msha.ru

Аннотация: теоретически обоснована необходимость исследования влияния линий рециркуляции гидромеханического оборудования водоподающих систем с целью повышения допустимой высоты всасывания и, соответственно, искусственного понижения напора и величины потребляемой энергии.

Ключевые слова: напорная линия, кавитационный запас, линия рециркуляции, потеря напора.

До настоящего времени на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья эксплуатируются сотни мелиоративных насосных станций, построенных за последние годы прошлого века. В гидромеханическом оборудовании, согласно заводским характеристикам насосного оборудования, кривые КПД допустимой вакуумметрической высоты всасывания, потребляемой мощности, постоянно изменяются в случае смены местоположения потребителя, при этом, величина потока может варьироваться с различной частотой временных промежутков как в системах мелиорации, так и водоснабжения. Данные изменения, в основном, происходят при снижении величины напора и приводят к значительному повышению потребляемой энергии из-за возрастания токовой нагрузки на приводные двигатели. В результате чего двигатели могут перегреваться и полностью прекращать работу. В таких случаях машинисты прибегают к системам дросселирования, которые искусственно увеличивают энергозатраты для оптимизации работы насоса и достижения максимального коэффициента полезного действия (КПД). Местные потери возрастают в области нахождения задвижки, как правило расположенной в начале напорного трубопровода, что не влияет на потери по длине, но значительно увеличивает общие потери. При увеличении суммарных потерь, согласно заводской напорно-расходной характеристике, подача насосного оборудования снижается, что существенно меняет режим его оптимальной эксплуатации. Наличие данных проблем в водоподающих системах сельского хозяйства, а также экономический и экологический аспект использования водных ресурсов, приводят к появлению необходимости поиска решений в современной системе водоснабжения не только с помощью создания нового оборудования, но и модернизацией уже созданного.

Применение линии рециркуляции в водоподающих насосных станциях является одним из способов решения возникающих проблем водоснабжения и предлагается с целью увеличения кавитационного запаса, при условии внезапного понижения в водоисточнике

уровня воды или в случае необходимости уменьшения уровня заглубления поверхностного оборудования.

Рециркуляция энергии из напорных линий насосного оборудования проводится в случае наличия остаточного, неиспользованного напора и подачи или при необходимости передачи энергии в другие узлы машинного оборудования для поддержания в рабочем состоянии той или иной гидравлической цепи.

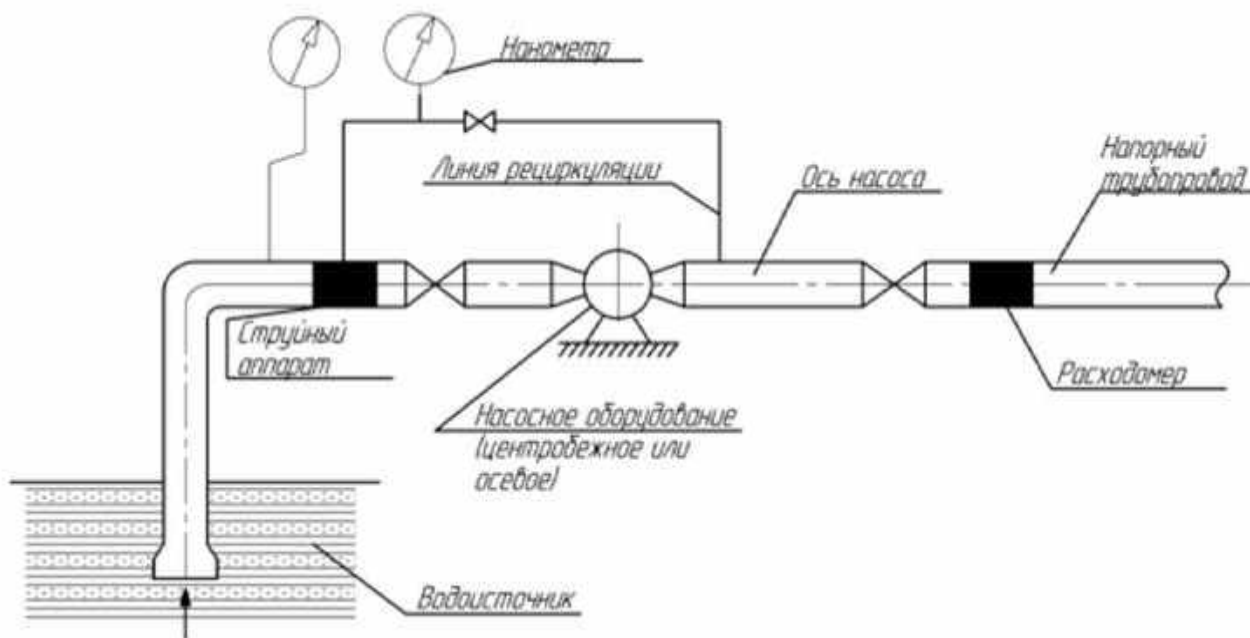


Рис 1. Схема установки линии рециркуляции в водоподающей насосной станции

Согласно классическому определению, напор насоса равен приращению удельной энергии перекачиваемой жидкости на участке от входа в насос до выхода из него [1].

При рассмотрении полной энергии H_n при работающем насосе можно представить ее как сумму потенциальной, кинетической и энергии потери напора во всасывающей линии

$$\mathcal{E}_n = \mathcal{E}_{\text{пот}} + \mathcal{E}_k + \sum h_w = H_n$$

В результате преобразования данной зависимости, можно сделать вывод, что потенциальная энергия на входе в колесо $\mathcal{E}_{\text{пот}}$ представляет собой разницу между полной энергией и суммой кинетической энергии и энергией потери напора на входе. Значение оставшейся потенциальной энергии $\mathcal{E}_{\text{пот}}$, при вычитании из неё значения давления насыщенных водяных паров $\mathcal{E}_{\text{пж}}$ (при температуре 20°C $H_{\text{пж}} = 0,24$ м при атмосферном давлении $H_0 = 10,3$ м), можно принять за кавитационный запас насоса. Правомерность зависимости напора в линии рециркуляции от кавитационного запаса раскрывается в различных научных публикациях [2-6].

Любое изменение параметров напорной сети оказывает непосредственное влияние на всасывающую линию, от которой зависит эффективность эксплуатации гидромеханического оборудования, весь процесс выращивания сельскохозяйственной продукции на участке и экономический результат.

Обоснование экономического преимущества внедрения линии рециркуляции заключается в нескольких аспектах. В большинстве случаев установление осевых насосов происходит на головных межхозяйственных насосных станциях, обслуживающих площади орошения свыше 1000 гектаров. Если поливной сезон длится не более 3000 часов, затраты на

среднее потребление электроэнергии, с учетом стоимости 1 кВт, могут достигать миллиона рублей. Максимальная мощность, затрачиваемая на линии рециркуляции, составляет 15% от мощности основного двигателя при напоре насоса в 20 м, что при этом увеличивает кавитационный запас на 0,8 м. Если происходит установка орошения 1000 га, минимальные потери составят до 10 млн. рублей и выше. В случае установки линии рециркуляции на поверхностных насосных станциях с центробежными насосами можно обеспечить эксплуатацию насосного оборудования с постоянными рабочими параметрами, напором и расходом вне зависимости от колебаний уровней в водоисточнике [5,6].

Кроме того, при расчетах параметров всасывающих линий одним из наиболее важных факторов является вычисление отметки установки оси насоса и пола здания, что существенно влияет на стоимость строительства и эксплуатации. Возможность влияния уменьшения величины энергии напорных линий гидромеханического оборудования насосных станций на увеличение высоты всасывания гидромеханического оборудования позволит, во-первых, снизить стоимость строительства зданий заглубленных насосных станций за счет уменьшения разности отметок оси гидромеханического оборудования и минимальной поверхности водоисточника (уменьшения величины заглубления здания). Во-вторых – гарантирует возможность подачи в случае катастрофического понижения уровня в водоисточнике.

Экологический аспект использования линии рециркуляции также имеет немаловажное значение. Более рациональное использование водных ресурсов особенно важно в условиях растущего дефицита пресной воды. Применение гидромеханического оборудования со встроенной линией рециркуляции позволяет сохранить экосистемы и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Делая выводы по теоретическим исследованиям рациональности использования водоподающих насосных станций с линией рециркуляции можно заключить, что эффективность заключается не только в экономии водных и энергетических ресурсов, снижении финансовых затрат, увеличении срока эксплуатации оборудования, но и в повышении устойчивости систем водоснабжения к изменяющимся условиям эксплуатации. Внедрение подобных технологий является важным шагом на пути к более устойчивому и эффективному управлению водными ресурсами, что является особенно актуальным в условиях современного мира.

Библиографический список

1. Нафиков И. Р., Ситдилов Ф. Ф. Струйные аппараты для создания вакуума // Научная жизнь. 2019. № 1. С. 40-45.
2. Tarasyants S.A. The calculation basis for a four-component jet mixer for fertilizer and water/ S.A. Tarasyants, V.A. Rudakov, Y.S. Urzhumova, K.A. Degtiareva// Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference. 2021.
3. Уржумова Ю. С. Экспериментальное определение величины снижения энергозатрат мелиоративных насосных станций вследствие использования остаточной энергии в трубопроводной сети / Ю.С. Уржумова, Д.С. Цыпленков, В.Б. Панов, С.А. Тарасьянц // Мелиорация и гидротехника (РосНИИПМ). 2022. Т. 12, №4. С.136-153.
4. Бегляров Д.С. Особенности работы насосных станций на закрытых оросительных системах / Д. С. Бегляров, Ю. И. Сухарев, М. С. Али, Э. Е. Назаркин // Научная жизнь. 2021. Т. 16, № 5(117). С. 538–553
5. Винокурова И.Н., Трушев В. В., Мазанов Р. Р., Тарасьянц С. А. Эксплуатационный технологический процесс гидромеханического оборудования с использованием линии рециркуляции и остаточного напора в напорных трубопроводах насосных станций. Известия НВ АУК. 2024. 5(77). 419-428. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-05-47.

6. Винокурова И. Н., Погода А.М., Тарасьянц С.А. Рециркуляция энергии в гидромеханизации и насосном оборудовании водоподающих насосных станций // Научная жизнь. Том: 19 Номер: 4 (136), 2024. DOI: 10.35679/1991-9476-2024-19-4-564-575

УДК 628.165

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ВОДОЗАБОРНО-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Поляков Андрей Николаевич, магистр ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, po1yakoff.an@yandex.ru

Научный руководитель - **Али Мунзер Сулейман**, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, munzer@yandex.ru

Аннотация: Настоящая статья посвящена исследованию и разработке конструкций водозаборно-очистных сооружений для малых водотоков. Рассматривается актуальность проблемы обеспечения водными ресурсами малонаселённых пунктов, находящихся вблизи небольших рек и водных артерий с непостоянным стоком. Анализируются гидрологические особенности малых водотоков, включая промерзание, обмеление, формирование множественных рукавов и значительные колебания уровня воды. Особое внимание уделяется бесплотинным водоприёмным устройствам, представляющим собой экономически выгодную альтернативу традиционным дорогостоящим сооружениям. Изучаются специализированные комплексы для извлечения и очищения воды, предназначенные для работы в условиях малых водотоков. Приводятся примеры технологических схем и конструкций водозаборно-очистных сооружений, адаптированных к различным гидрологическим условиям.

Ключевые слова: коммунальное хозяйство, водозаборно-очистные сооружения, водные ресурсы, моделирование.

Обеспечение водными ресурсами изолированных объектов и населённых пунктов, не подключённых к магистральным водопроводным сетям, остаётся серьёзной задачей в сфере гидроинженерии и коммунального хозяйства. Малые водотоки, несмотря на свою привлекательность в плане доступности и качественного состава воды, требуют учёта особых гидрологических и гидрогеологических характеристик. Проблема стабилизации водоснабжения при ограниченных гидрологических ресурсах приобретает всё большую остроту, особенно в условиях изменения климата и усиления дефицита пресной воды.

Все реки делятся на три категории по типу промерзания:

- о Полностью промерзающие (<100 км),
- о Частично промерзающие (100–800 км),
- о Незамерзающие (более 800 км).

Этот критерий важен для правильного выбора конструкции водозабора.

Основной упор делается на использование фильтрующих систем, обеспечивающих предварительную очистку воды прямо в процессе забора. Такие системы снижают потребность в последующей обработке воды и защищают водозабор от механических повреждений. Инфильтрационно-фильтрующие системы позволяют сочетать забор воды как из поверхностного русла, так и из подрусловых вод, улучшая качество воды и увеличивая объёмы забора [1].

Актуальной задачей в сфере водоснабжения остается разработка инновационных

методов очистки воды, позволяющих эффективно удалять как традиционные загрязнители, так и новые виды антропогенных примесей. Применение нанотехнологий и биотехнологических подходов в процессах водоподготовки открывает перспективы для создания высокоэффективных и экологически безопасных систем очистки воды[2].

Особое внимание уделяется вопросам энергоэффективности водозаборных и водоочистных сооружений. Внедрение энергосберегающих технологий и использование возобновляемых источников энергии позволяет снизить эксплуатационные затраты и уменьшить углеродный след систем водоснабжения.

Развитие методов математического моделирования и компьютерного анализа гидравлических процессов способствует оптимизации конструкций водозаборных сооружений и повышению их эффективности. Применение современных вычислительных технологий позволяет проводить детальный анализ работы водоприемных устройств в различных гидрологических условиях и прогнозировать их долгосрочную эксплуатационную надежность.

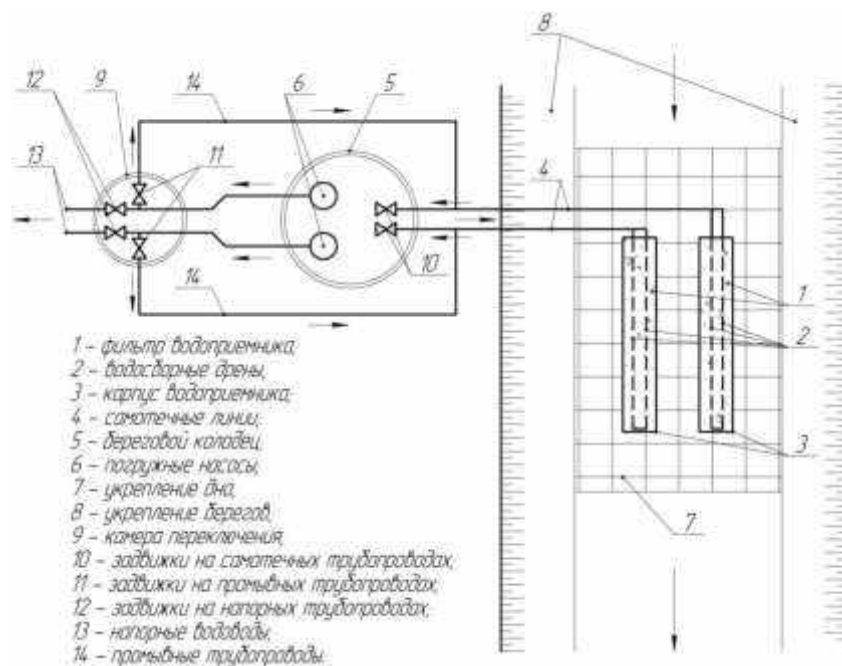


Рис. 1 Технологическая план-схема фильтрующих водозаборных сооружений из водооток с низким минимальным уровнем воды

В данной схеме (рис. 1) в качестве водоприемников могут быть применены различные конструкции (рис. 2). Они могут отличаться друг от друга материалом корпуса, конструкцией водосборных дрен, фильтрующей загрузкой, размерами.

В качестве материала для корпуса могут быть использованы как подручные материалы, так и специально изготовленные.

На рис. 2, а показан разрез водоприемника с корпусом из типового железобетонного канала.

Нарис. 2, б – с корпусом из композитных материалов.

Нарис. 2, в – с корпусом из половины трубы большого диаметра.

Секции водоприемников могут изготавливаться на месте строительства или в промышленных условиях и поставляться в комплектном виде.

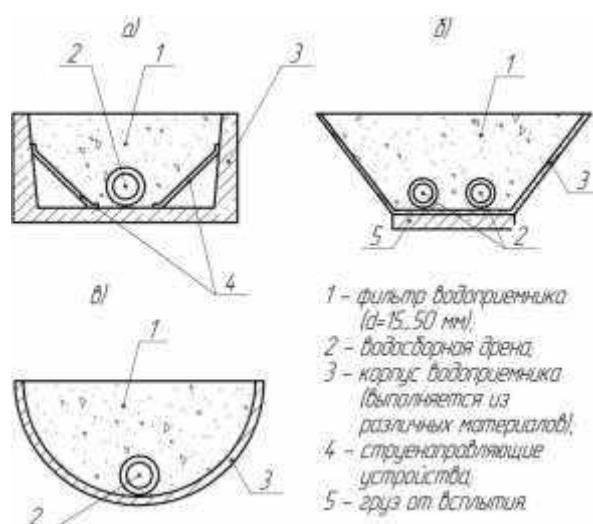


Рис. 2 - Возможные конструкции водоприемника попредлагаемойсхеме

В качестве водосборно-дренажных устройств водоприемников могут быть использованы дрены из различных материалов:нержавеющая сталь,полимерные материалы [3].

Инновационная концепция водозабора базируется на внедрении фильтрационных механизмов с модифицируемой конфигурацией приемных компонентов. Разработанная система демонстрирует эффективность при пониженном водном горизонте.

Библиографический список

1. Циркова В. Р. Особенности систем водоснабжения в северной климатической зоне //Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. – 2022. – С. 70-72.
2. Абуова Г. Б., Шикульский М. И., Шикульская О. М. Разработка системы поддержки принятия решений по выбору технологий очистки поверхностных природных вод //Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – №. 4 (46). – С. 115-121.
3. Красавин Г. В., Матюшенко А. И. Реконструкция водоснабжения г. Игарки Красноярского края //Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2021. – Т. 14. – №. 2. – С. 187-197.

УДК 631.678:556.34

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ (КЯРИЗОВ) И ПОДЗЕМНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ

Фань Ихао, магистрант кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2428934416@qq.com

Научный руководитель - **Зборовская Марина Ильинична**, к.т.н., доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, zborovskya@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Фартуков Василий Александрович**, к.т.н., доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vasfar@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена применению вертикальных дренажных систем (кяризов) и подземных водохранилищ в засушливых регионах на примере Синьцзян-Уйгурского автономного района (СУАР). Рассмотрены исторические и современные

методы водозабора, их преимущества и недостатки. Рассмотрена инновационная концепция поперечно-кярзных водохранилищ, сочетающая традиционные технологии с современными решениями. Описаны геологические условия, технические аспекты строительства и эксплуатации, а также перспективы развития технологии. Приведены иллюстративные материалы в виде схем и графиков, что делает публикацию полезной для специалистов в области гидротехники и водоснабжения.

Ключевые слова: вертикальные дренажные системы, кяризы, подземные водохранилища, засушливые регионы, Синьцзян-Уйгурский автономный район, водоснабжение, инфильтрация.

Введение

На северо-западе Китайской Народной Республики (КНР) расположен засушливый регион — Синьцзян-Уйгурский автономный район (СУАР) со столицей — город Урумчи (рис. 1). Образован был года в составе КНР 1 октября 1955. Площадь региона — 1,6 млн км² и она составляет шестую часть территории КНР (самая большая по площади территориально-административная единица республики).

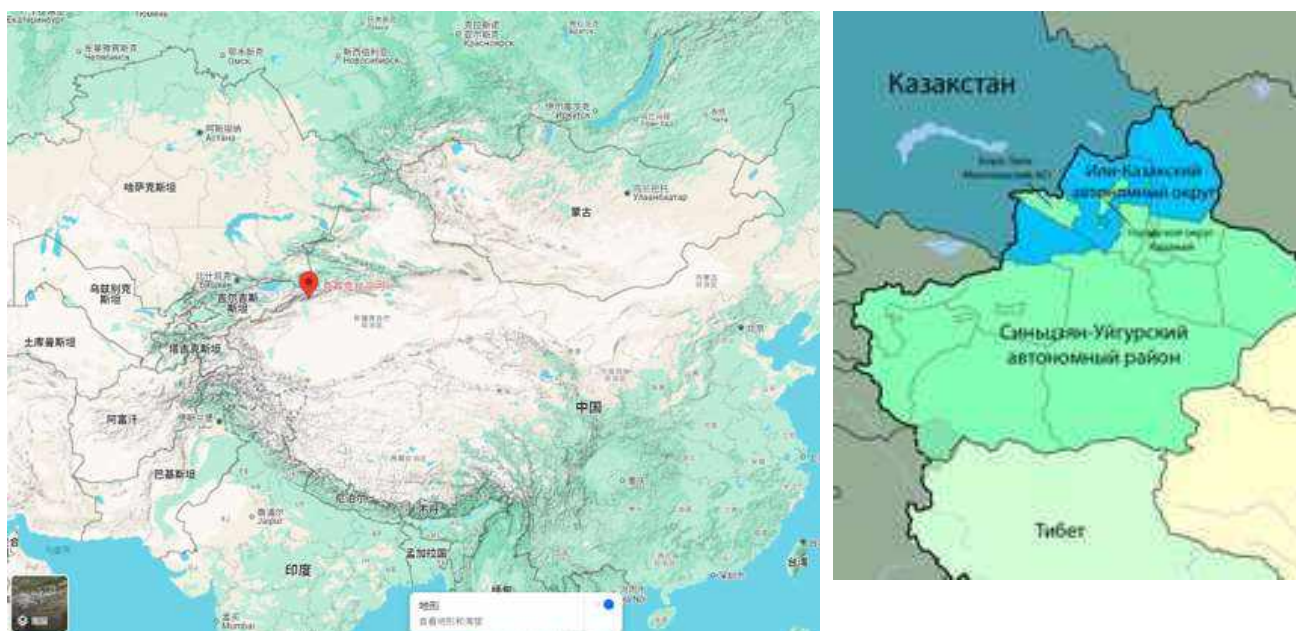


Рис. 1 Схема расположения Синьцзян-Уйгурского автономного района (СУАР)

Рельеф региона отличается значительным перепадом высот — от низменной Джунгарской равнины и Кашгарии до гор Монгольского Алтая, хребтов Куньлуня, кражей Восточного Тянь-Шаня и горной системы Каракорума. В этих местах находится вторая самая низкая точка суши на Земле. Самая низкая - Мёртвое море, ниже 400 метров под уровнем моря. В Турфанской впадине самая низкая точка: -154 метра. В СУАР, который расположен у южного подножья горы Тянь-Шань, среднегодовое количество осадков составляет 16 миллиметров, испарительность достигает 3000 миллиметров, поэтому южный склон горы Тянь-Шань называют «Огненным островом».

13 июля 1975 года в районе города Турфан была зарегистрирована температура 49,6°C, что по состоянию на 2021 год является наивысшей зарегистрированной в Китае температурой воздуха. Здесь также зарегистрирована наивысшая в Китае средняя температура июля: 35°C

Чтобы уменьшить потери воды на испарение при водозаборе, древние труженики Турфана усердно и с мудростью рыли кяризы. Снежные воды горы Тянь-Шань текут в

кяризы, постоянно питают засушливую землю и людей.

Поэтому в Турфане много оживленных городов, богатых деревень и оазисов. Водоснабжение через кяриз возможно благодаря особым географическим условиям впадин, которые располагаются у подножья гор Тянь-Шаня: следуя перепаду рельефа, подземные воды текут сверху вниз, а затем через водоносный слой выходят на поверхность (рис. 2)[1].



Рис. 2 - Кяризы и оазисы региона Синьцзян

Материалы и методы. Современное состояние и недостатки кяризных колодцев. Кяризные колодцы — древняя (2000 лет) система водозабора в Синьцзяне. Сохранилось 1795 колодцев (97% в Турфан-Хамийской котловине).

Конструкция: вертикальные шахты (вентиляция) + подземный канал (водосбор/транспортировка) + открытый канал + накопительный резервуар. (рис. 3 и 4)
Преимущества: самотечный водозабор, снижение испарения, защита от песка.

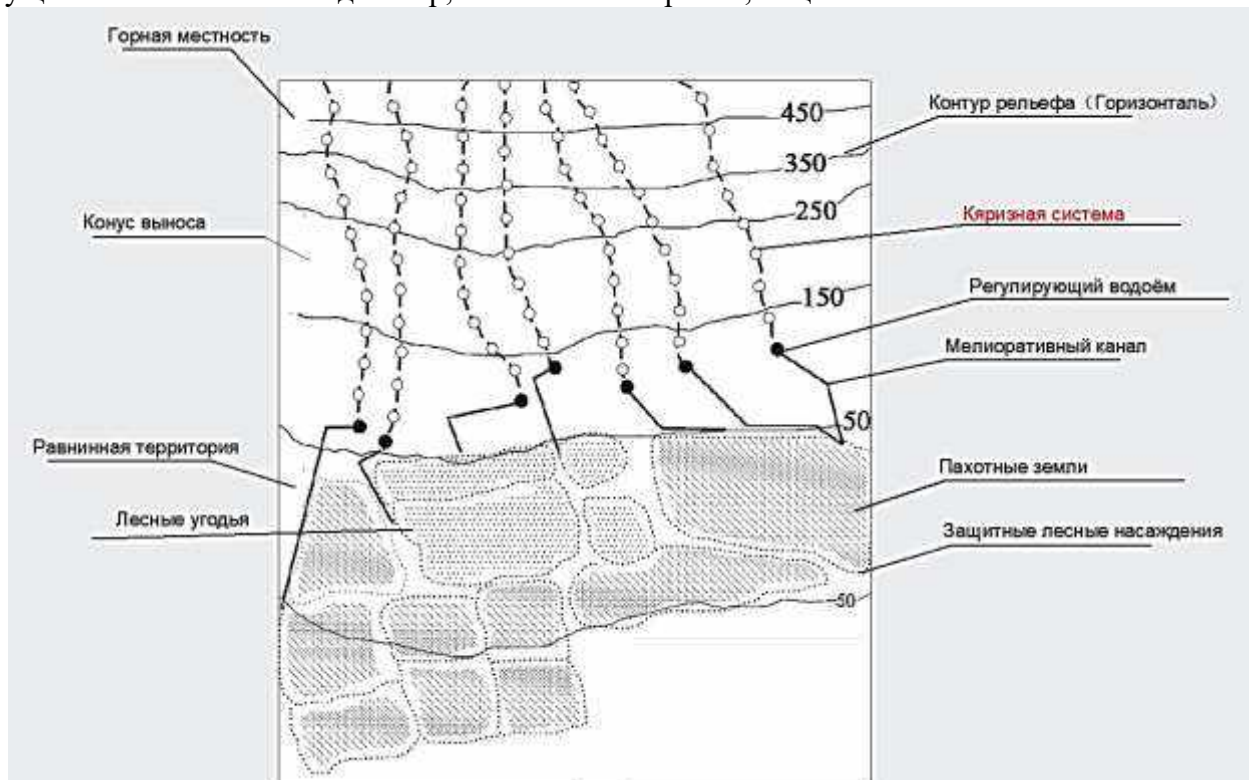


Рис. 3 - Кяризная система и ирригационная зона (схема в плане)

Деградация (на примере Турфана) – в настоящее время площадь орошения выросла с 30 тыс. га (1949 г.) до 85 тыс. га, общее водопотребление (1.68 млрд м³) превышает ресурсный потенциал (1.16 млрд м³).

Количество действующих колодцев сократилось с 1237 штук (1957 г.) до 420 штук (2003 г.), а водозабор упал с 563 млн м³ до 240 млн м³.

Причины: замена скважинами, переэксплуатация грунтовых вод, высокие затраты на обслуживание.

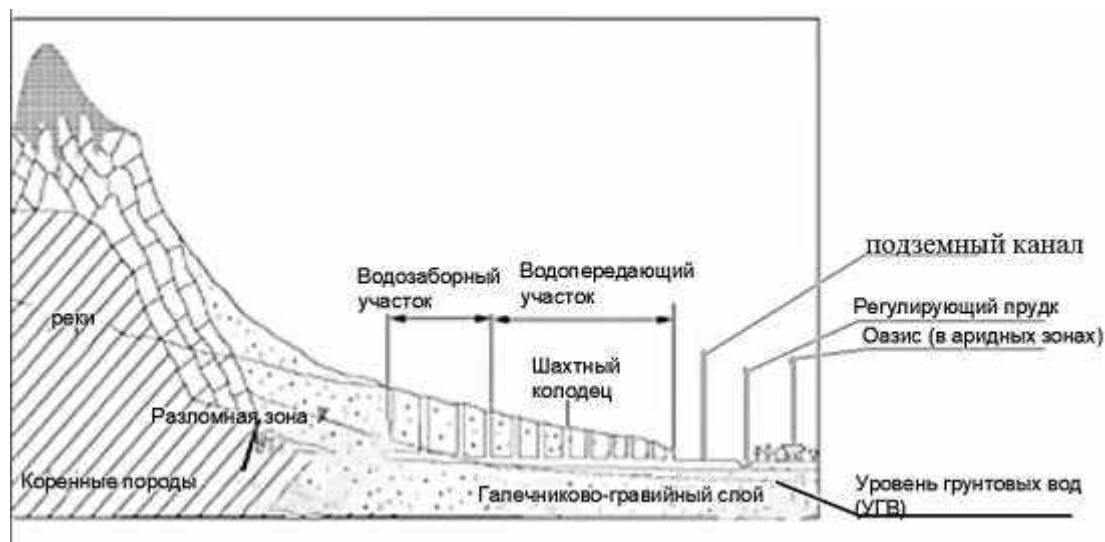


Рис. 4 - Схема продольного разреза кяризной системы

Можно отметить технические недостатки существующей системы - слабый водосбор: зона инфильтрации всего 200-1000 м (при длине канала 1-11 км), малый дебит (в среднем 0.015 м³/с).

Отмечается невозможность регулирования: постоянный расход воды, потери во вневегетационный период; чувствительность к уровню воды: малейшее снижение уровня грунтовых вод (УГВ) приводит к высыханию; эффект «конкурентного осушения» (глубокие колодцы перехватывают ресурс).

Существуют также сложности строительства: глубина шахт до 120 м, высокая стоимость ремонта [2].

В регионе можно выделить 4 основных способа водозабора: водозабор грунтовых вод, забор поверхностных вод, механизированные скважины и кяризные системы – рис. 5.

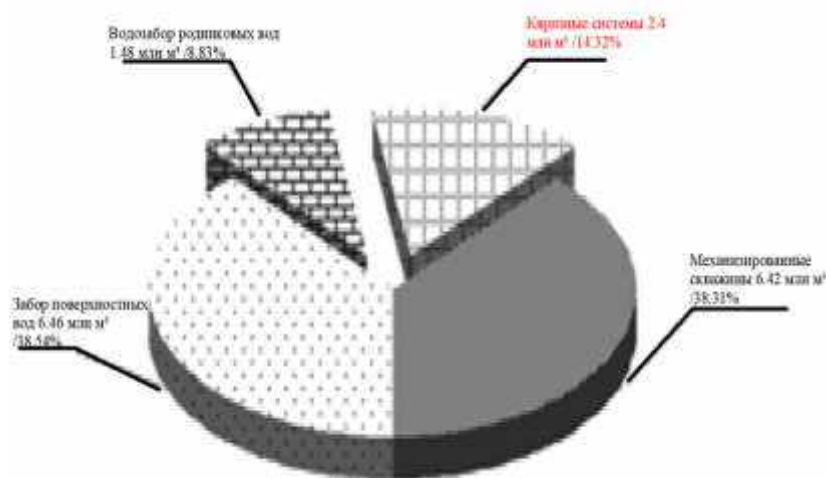


Рис. 5 - Соотношение применяемых способов водозабора

Концепция подземного водохранилища в предгорной депрессии базируется на следующей геологической базе - наличии аллювиального конуса выноса (рис. 6):

- предгорная зона: галечниковый пласт толщиной 150-300 м, коэффициент фильтрации 50-100 м/сут, огромная естественная ёмкость;

- зона выклинивания: тонкозернистые породы образуют естественную «подземную плотину», блокирующую выход грунтовых вод;

инфильтрация поверхностных вод составляет 20-80% стока рек, но родниковый сток используется неэффективно, а испарение вызывает засоление [5,6].



Рис. 6 - Гидрогеологический разрез района подземного водохранилища в передовой части аллювиально-пролювиального конуса. Река Кесу

Предлагается инновационное решение: поперечно-кяризное водохранилище, работающее по принципу - поперечная водосборная галерея выше зоны выклинивания (рис. 7)[3].

Преимущества данного решения состоят в том, чтобы использовать естественную структуру без строительства подземной плотины; многолетнее регулирование (ёмкость в десятки раз превышает сток рек) и устранение недостатков традиционных кяризов (короткий водосбор, отсутствие регулирования) [7].

Проект демонстрационного водохранилища на Река Кесу включает [7]:

(1) Система пополнения инфильтрацией со следующей технологией пополнения: поверхностная инфильтрация: пруды, каналы (дёшево, но малоэффективно). Более оптимальными будут методы:

- каскадные инфильтрационные бассейны: ступенчатое осаждение наносов;
- гребневые бассейны: высота гребня 30 см, продление инфильтрации;
- комбинация «инфильтрационный канал + колодец»: антисасоряющаяся конструкция

(рис. 8).

В результате реализации проекта водохранилища получено значение естественной инфильтрации - 112 млн м³/год в аллювиальном конусе (15.7% от стока 712 млн м³).

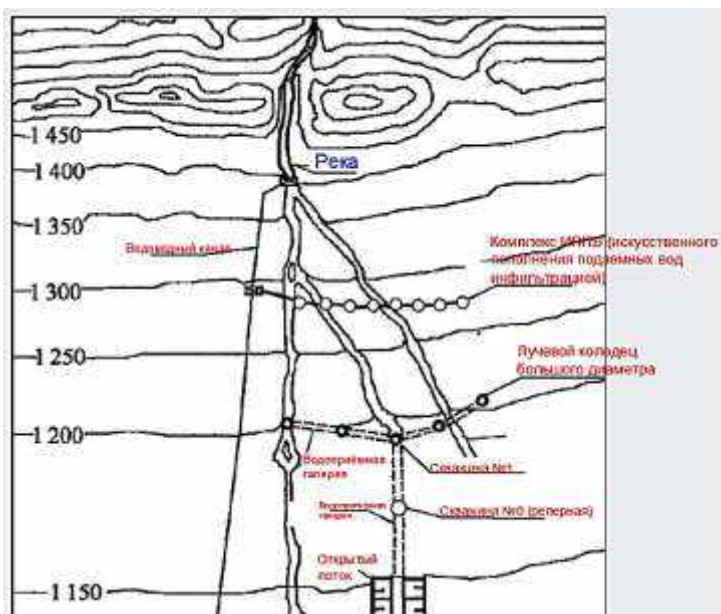


Рис. 7 Схема в плане горизонтальной кяризной системы подземного водохранилища

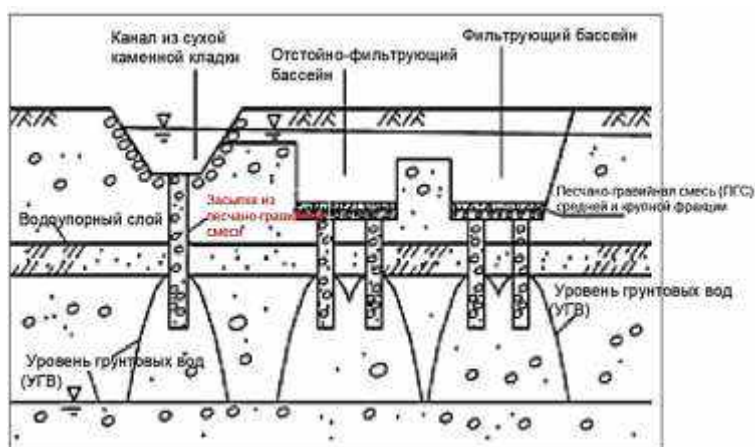


Рис. 8 Схема инфильтрационного комплекса искусственного пополнения подземного водохранилища

Искусственное пополнение - забор мало заиленной воды зимой; строительство 5.5 км канала + 18 колодцев (50×50×3 м). Прогнозный объём водохранилища составляет 20 млн м³/год (ноябрь-февраль). Необходима борьба с заиливанием, так как 1 мм ила снижает инфильтрацию на 23.5% и, следовательно, необходима регулярная очистка.

Поперечно-кяризная водосборная система имеет следующую конструкцию – построены шахты в виде крупногабаритных лучевых колодцев (шаг 250 м, глубина ≤30 м), дебит 1200 м³/ч (при понижении 12 м). Галерея: 5 колодцев, объединённых в 1000-метровый канал, годовая подача 22 млн м³ (март-сентябрь).

Преимущество водохранилища перед скважинами: централизованное регулирование, меньше энергозатрат.

Технологии строительства - шахты: отработанная технология лучевых колодцев; галерея: метод микротоннелирования (применим в галечниках, рекорд Китая — 200 м, стоимость 1-1.6 млн юаней/м); самотечно-сифонная водоподающая система (рис. 9).

Используется естественный уклон конуса выноса (0.8-1.6%) и самотечный водовод на глубине 10 м. *Ключевой элемент*: нижний колодец (№0), создающий перепад для самотека/сифона, подача в напорный резервуар для орошения.

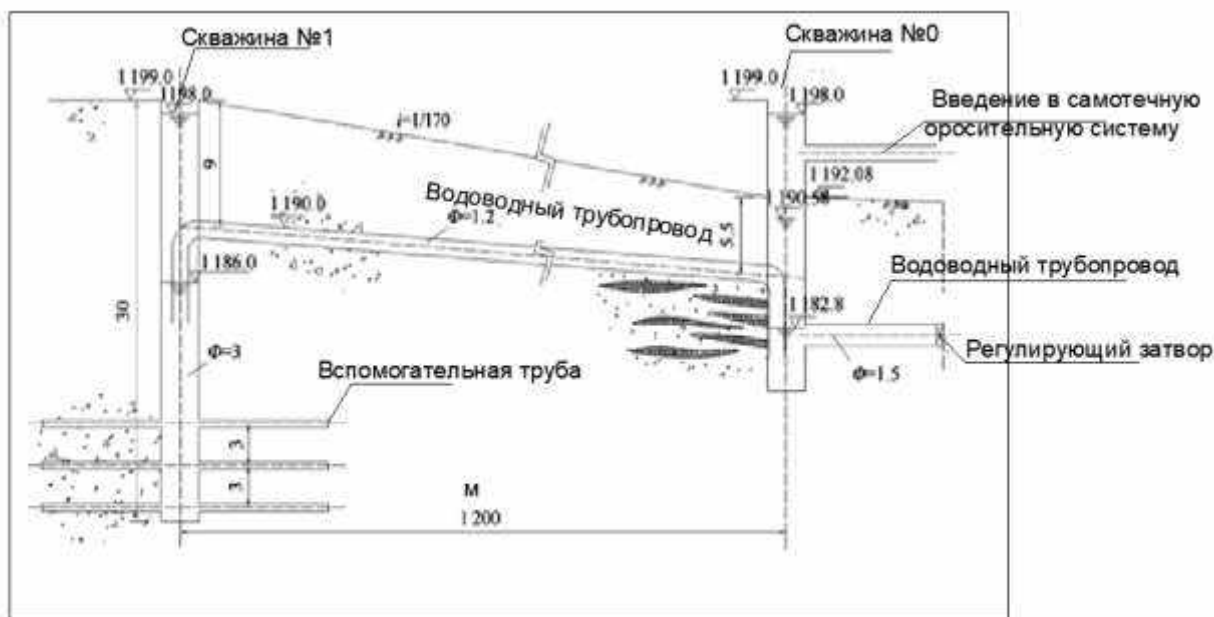


Рис. 9 Схема в плане горизонтальной кяризной системы подземного водохранилища в предгорном прогибе

Закключение. 1. Предгорные депрессии — естественные подземные водохранилища. «Поперечно-кяризная» модель обеспечивает интегрированное регулирование поверхностных и подземных вод.

2. Условия устойчивой работы — точный баланс пополнения и водозабора; решение проблемы засорения инфильтрационных сооружений (предварительная очистка воды + фильтры).

3. Перспективы — оптимизация строительных технологий (например, микротоннелирование в галечниках), повышение экономической эффективности [8,9].

Выводы. 1) О подземных водохранилищах в предгорных прогибах аридных регионов

В предгорных прогибах бессточных бассейнов аридных зон повсеместно распространены крупные подземные водохранилища. Поверхностный сток интенсивно инфильтруется в аллювиально-пролювиальных конусах выноса, питая грунтовые воды, которые затем разгружаются в виде родников на периферии конуса, формируя непрерывный природный цикл.

«Горизонтальные кяризные водохранилища» в предгорных прогибах представляют новую конструктивную схему гидротехнических сооружений, реализующую принципы адаптации к местным условиям и гармонии с природой. В отличие от традиционных продольных кяризов, страдающих от неконтролируемого дебита, отсутствия регулирования, малой производительности и слабой адаптации к колебаниям УГВ, данная технология обеспечивает:

- управляемое аккумулирование и использование подземных вод;
- инновационную модель совместного регулирования поверхностных и грунтовых вод;
- Повышение эффективности водопользования.

2) Ключевые принципы эксплуатации подземных водохранилищ

«Искусственное пополнение инфильтрацией» и «баланс водоотбора и восполнения» — фундаментальные условия устойчивой работы подземных водохранилищ. Согласно современным исследованиям, заиление критически влияет на эффективность подпитки.

Приоритетными задачами являются:

- разработка методов предотвращения кольматации на всех этапах;
- выбор мест для искусственного восполнения подземных вод (ИВП):

- конструкция инфильтрационных сооружений;
 - контроль технологических параметров подпитки;
 - подготовка качества воды;
 - изучение цикличности и особенностей круговорота подземных вод в предгорных прогибах;
 - научное обоснование режимов регулирования водохранилищ.
- 3) Перспективы развития технологии
- «Горизонтальные кяризные водохранилища» находятся на стадии НИОКР. Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на:
- преодолении технологических барьеров методами подземного и подводного строительства;
 - совершенствовании конструктивных решений;
 - оптимизации строительных процессов;
 - достижении научно обоснованных и экономически целесообразных технических решений.

Библиографический список

1. **Wang, Y., et al.** (2020). "Traditional karez systems in arid regions: A review of their sustainability and modern adaptations." *Journal of Arid Environments*, 182, 104-115.
2. **Li, X., & Chen, Y.** (2019). "Groundwater management in Xinjiang: Challenges and solutions." *Water Resources Research*, 55(8), 612-625.
3. **Zhang, H., et al.** (2018). "Innovative underground water storage systems in China: Case studies and future prospects." *Hydrology and Earth System Sciences*, 22, 456-470.
4. **Liu, J., & Wei, Y.** (2017). "Karez systems and their role in sustainable water management in arid zones." *Chinese Journal of Hydrology*, 36(4), 78-89.
5. **Chen, G., et al.** (2016). "Artificial recharge of groundwater in arid regions: Techniques and case studies from Xinjiang." *Journal of Hydraulic Engineering*, 42(3), 123-135.
6. **Zhao, Y., et al.** (2015). "Hydrogeological characteristics of alluvial fans in Xinjiang and their implications for water storage." *Geological Review*, 61(2), 345-356.
7. **Xinjiang Water Resources Bureau.** (2021). *Annual Report on Water Resources Management in Xinjiang*. Urumqi: Xinjiang Publishing House.
8. **Ma, L., et al.** (2020). "Micro-tunneling technology for groundwater systems: Applications in China." *Tunneling and Underground Space Technology*, 95, 103-112.
9. **Yang, R., & Zhang, W.** (2019). "Sustainable water use in agriculture: Lessons from karez systems." *Agricultural Water Management*, 215, 56-67.

УДК 004.89:627

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Ли Чуаньфа, магистрант кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2105301582@qq.com

Научный руководитель - **Зборовская Марина Ильинична**, к.т.н., доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, zborovskya@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Фартуков Василий Александрович**, к.т.н., доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vasfar@mail.ru

Аннотация: Статья исследует применение цифровых технологий (IoT, ИИ, цифровые двойники) для управления гидротехническими сооружениями. На примерах ГЭС "Три ущелья" (Китай) и Саяно-Шушенской ГЭС (Россия) показано, как интеллектуальные

системы повышают эффективность мониторинга, прогнозирования и эксплуатации. Рассмотрены ключевые решения: предиктивная аналитика, адаптивное управление режимами, автоматическое реагирование на ЧС. Особое внимание уделено экономическим эффектам (снижение затрат на 15-40%) и перспективам сотрудничества двух стран.

Ключевые слова: умное водное хозяйство; интернет вещей (IoT) в гидротехнике; цифровой двойник ГЭС; искусственный интеллект (ИИ) для управления водными ресурсами, предиктивная аналитика, китайско-российское сотрудничество.

Введение. Глобальное изменение климата усугубляет неравномерность распределения водных ресурсов и риски наводнений и засух. Традиционное управление водными ресурсами, основанное на человеческом опыте, характеризуется запаздывающим реагированием и низкой эффективностью. Информатизация водного хозяйства через сенсорные сети, платформы данных и интеллектуальные алгоритмы создает замкнутый цикл «восприятие-анализ-решение-контроль», способствуя переходу к «интеллектуально-управляемой» эксплуатации. Китайский план развития водного хозяйства на 14-ю пятилетку (2021-2025) четко определяет «умное водное хозяйство» как стратегический приоритет. Российская «Стратегия развития водных ресурсов до 2030 года» также подчеркивает преобразующую роль цифровых технологий в управлении речными бассейнами.

Материалы и методы. Основные технологии интеллектуальной эксплуатации.

1). Интернет вещей (IoT) и всеобъемлющий мониторинг. Развертывание уровнемеров, расходомеров, пьезометров, видеокамер для непрерывного сбора данных о состоянии объектов.

Пример: Проект переброски вод с Юга на Север (Китай) — более 100 000 датчиков, передающих данные в центральную платформу каждые 5 минут.



Рис. 1 Проект переброски вод с Юга на Север(南水北调工程) (Китай) — более 100 000 датчиков, передающих данные в центральную платформу каждые 5 минут

2). Большие данные и анализ на основе ИИ.

- Прогнозирование с использованием машинного обучения: Модели LSTM для прогноза стока (точность моделей Комиссии по реке Янцзы >90%).
- Компьютерное зрение: Обнаружение трещин в плотинах с помощью БПЛА (применение алгоритма YOLOv5 в бассейне Волги, Россия).
- Базы знаний: Создание баз данных отказов оборудования для интеллектуальной диагностики.

3). Цифровые двойники и имитационное моделирование.

Создание виртуальных копий гидротехнических сооружений для моделирования различных сценариев диспетчеризации.

Пример: «Цифровой мозг» реки Хуанхэ (Китай) — оптимизация сбросов водохранилища Сяоланди во время паводка 2022 года, предотвращенный ущерб — 1.2 млрд юаней.

4). Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР).

Интеграция разнородных данных для формирования режимов работы, например модели совместного противопаводкового управления каскадом ГЭС (время реакции системы Три ущелья — Гэчжоуба сокращено до 15 минут).

Типовые сценарии применения интеллектуального управления:

1). Интеллектуальный мониторинг и предупреждение.

Плотина "Три ущелья" оборудована 5170 точками мониторинга, проводится ИИ-анализ данных деформаций для предупреждения о рисках осадки.

ГЭС Ангарского каскада (Россия) имеет радары ледовой обстановки + температурные модели для прогноза заторов льда (ошибка менее 24 ч).

2). Адаптивная оптимизация режимов.

Управление реки Чжуцзян (Китай) имеет систему борьбы с солеными водами на основе обучения с подкреплением, обеспечивает водоснабжение Чжухая (2023 г.) в объеме 230 млн м³.

Волжско-Камский каскад (Россия) использует нейронные сети для динамического регулирования расходов с учетом выработки электроэнергии, судоходства и экологии.

3). Прогнозное техническое обслуживание.

Датчики вибрации + модели Random Forest для диагностики аномалий гидротурбин. На Саяно-Шушенская ГЭС точность распознавания неисправностей повышена до 98%.

4). Интеллектуальное реагирование на чрезвычайные ситуации (ЧС).

Автоматический подбор планов действий из цифровой базы сценариев наводнений (наводнение на реке Бэйцзян, Китай, 2024 г. — ИИ-генерация маршрутов эвакуации сэкономила 40% времени).

Глубокий анализ практики Китая и России.

1). Система интеллектуальной эксплуатации ГЭС "Три ущелья" (Китай) имеет архитектуру стрехуровневой структурой "устройство-граница-облако" (узлы граничных вычислений для обработки предупреждений в реальном времени). В результате получено увеличение межремонтных интервалов на 30%, дополнительная выработка 780 млн кВтч за счет использования паводковых вод (2023 г.).

2). Модернизация Саяно-Шушенской ГЭС (Россия) способствовала внедрению платформы Siemens MindSphere для управления жизненным циклом оборудования.

Выполнена имитация аварийных режимов 2009 года на цифровом двойнике для оптимизации логики управления безопасностью.

Сокращение внеплановых простоев оборудования на 55% (2022 г.)

В таблице 1 приведены задачи и примеры их решений.

Таблица 1

Вызовы современной эксплуатации гидросооружений и их решения

Вызов	Решения
數據孤島 Разрозненность данных	構建水利區塊鏈共用平臺（中國水利部“全國水利一張圖”） Создание блокчейн-платформ обмена данными (проект Минводхоза Китая «Единая цифровая карта водного хозяйства»)
模型泛化能力不足 Низкая обобщающая способность моделей	遷移學習+小樣本訓練（俄科院西伯利亞分院冰川模型） Трансферное обучение + обучение на малых выборках (модели оледенения Иркутского НЦ СО РАН)
網路安全風險 Кибербезопасность	量子加密+聯邦學習架構 Квантовое шифрование + федеративные архитектуры обучения
複合型人才短缺 Дефицит междисциплинарных кадров	中俄合建智慧水利培訓中心（哈爾濱+莫斯科） Создание китайско-российского учебного центра «Умное водное хозяйство» (Харбин + Москва)

Заключение

Интеллектуальная эксплуатация преобразует управление водными ресурсами от "реактивного" к "превентивному". Кейсы Китая и России демонстрируют:

IoT и ИИ снижают эксплуатационные затраты на 15-40%.

Заблаговременность предупреждений о ЧС превышает 72 часа.

Перспективные направления: кросс-бассейновая интеллектуальная диспетчеризация, интегрированный космическо-воздушно-наземный мониторинг. Рекомендовано создание совместной китайско-российской лаборатории "Умное водное хозяйство" и разработка международных стандартов интеллектуальной эксплуатации для управления трансграничными реками.

Библиографический список

1. 李国英. 智慧水利理论基础与实践路径[J]. 水利学报, 2023.
2. Минприроды РФ. Цифровизация водного хозяйства: отчет 2025.
3. IBM. Predictive Maintenance for Hydropower: Sayano-Shushenskaya Case. 2024.
4. 张建云等. 数字孪生三峡关键技术与应用[J]. 水科学进展, 2022.
5. Иванова А.В. (2024). "Цифровые двойники в управлении каскадами ГЭС". Гидротехническое строительство, №3.
6. World Bank (2023). Digital Water: Global Best Practices.

СЕКЦИЯ: «МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО»

УДК 630

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОД ПОЛОГОМ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В СЕРЕБРЯНОБОРСКОМ ОПЫТНОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

Лежнев Даниил Викторович, начальник отдела НИР студентов и молодых ученых ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, младший научный сотрудник лаборатории лесоводства и биологической продуктивности Института лесоведения РАН, lezhnev.daniil@yandex.ru

Аннотация: Проанализирован породный состав и структура подроста и подлеска в старовозрастных сосняках на 8 постоянных пробных площадях. В древесно-кустарниковой растительности нижних ярусов сосновых насаждений отмечено 13 видов. Клен остролистный и липа мелколистная встречаются на всех исследуемых пробных площадях.

Ключевые слова: естественное возобновление, старовозрастные леса, подрост, подлесок, сосняки сложные, Серебряноборское опытное лесничество, Институт лесоведения РАН, Московский регион.

Изучение естественного возобновления под пологом леса позволяет оценить жизнеспособность экосистем, обеспечить устойчивое лесопользование, сохранить биоразнообразие. Это основа для прогнозирования динамики лесных сообществ, адаптации к изменению климата и увеличению рекреационной нагрузки [1].

Сложные сосняки формируются на сравнительно богатых почвах, где условия произрастания благоприятны и для других древесных пород. Их характерная особенность – наличие отдельного яруса либо значительной примеси широколиственных видов к сосне обыкновенной [2, 3].

Лесные массивы Серебряноборского лесничества Института лесоведения РАН (СОЛ ИЛАН РАН), расположенные на надпойменных террасах реки Москвы, выполняют важные водоохранные и защитные функции. На надпойменных террасах до сих пор сохраняются древние сложные сосняки, в которых к сосне обыкновенной примешиваются широколиственные породы [4, 5].

Цель исследования провести анализ породного состава и структуры подроста и подлеска под пологом старовозрастных сосновых древостоев.

В качестве объектов выбраны сосняки Серебряноборского опытного лесничества, расположенные в черте Москвы и прилегающего Подмосковья, которые испытывают высокую рекреационную и техногенную нагрузку. На 8 постоянных пробных площадях (ППП) изучено естественное возобновление древесных пород под пологом. Тип лесорастительных условий: В₂, С₂; бонитет: Iа–II; относительная полнота 0,6–0,9; насаждения относятся к группе сложных сосняков.

На каждой ППП методом «конверта» закладывались четыре учетные площадки размером 5×5 м. Всего проанализированы данные с 40 учетных площадок. У каждой особи измеряли высоту с последующим переводом на крупный, используя стандартные коэффициенты: 0,5 – для мелкой категории, 0,8 – для средней и 1,0 – для крупной [6, 7].

Клен остролистный и липа мелколистная отмечены на всех пробных площадях. Средняя численность клена составляет 2,6 тыс. шт./га, липы – 0,6 тыс. шт./га. Максимальная густота подроста зафиксирована на ППП-14 и достигает 7,1 тыс. шт./га (табл. 1).

Таблица 1

Данные перечета подроста на постоянных пробных площадях в Серебряноборском опытном лесничестве

№ ППП	Состав древостоя, по ярусам	Возраст сосны, лет	Состав подроста	Густота подроста, тыс. шт./га
ОМ-1	10С+Б 7Б1Д1Лп1Олс+Кло	143	6Кло3Лп1Д	0,94
ППП-1	9С1Б+Лп 9Лп1Б+Кло	214	5Кло4В1Лп	1,51

ППП-2	9С1Б 4Лп3ДЗБ	149	10Кло+Лп, Д	1,79
ППП-5	9С1Б 8Д2Лп	187	9Кло1Лп	2,34
ППП-6	9С1Б 8Д2Лп	141	9Кло1Лп	4,95
ППП-8	10С 4ДЗБ3Лп+Кло	155	9Кло1Лп	5,22
ППП-9	9С1Б+Лп, Ос 6БЗД1Кло	158	7Кло3Лп+Д	3,27
ППП-14	10С+Лп 8Лп2Б+Кло, Д	144	8Кло2Лп	7,10

Средняя высота древесно-кустарниковой растительности на ППП под пологом варьирует от 32,3 см (дуб) до 195,5 см (лещина). Среди подроста наибольшая средняя высота отмечена у вяза (159,5 см) и клена (105,1 см), однако присутствует он только на ППП-1 в количестве 0,6 тыс. шт./га, при этом среди подлесочных пород сразу несколько видов имеют среднюю высоту более 1,5 м: лещина (195,5 см), ирга (157,0 см) и рябина (154,6 см). Учитывая значительное количество и высокую среднюю высоту на ППП у лещины и рябины можно сделать вывод, что именно эти виды с высокой вероятностью смогут в последующем конкурировать за присутствие в нижних ярусах древостоя.

В древесно-кустарниковой растительности нижних ярусов старовозрастных сосновых насаждениях лесничества всего насчитывается 13 видов (4 – подрост; 9 – подлесок).

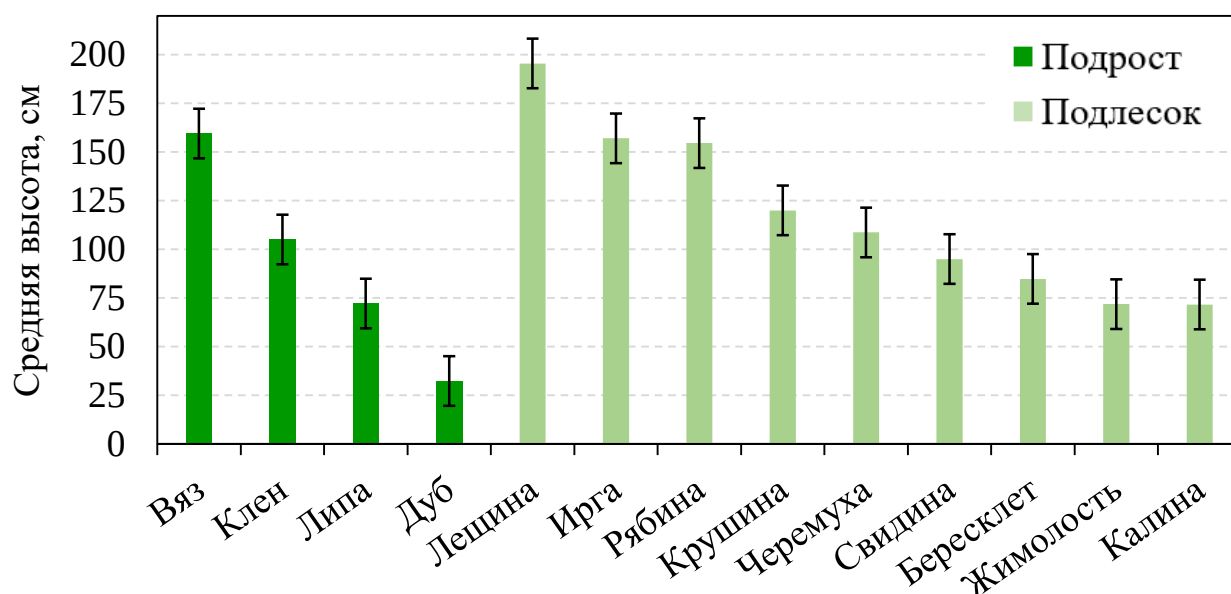


Рис 1. Средняя высота подроста и подлеска под пологом старовозрастных сосняков на постоянных пробных площадях в СОЛ ИЛАН РАН

На учетных площадках также учитывали породный состав и количество подлесочных пород. Преобладают рябина и лещина, в среднем их количество на ППП составляет 1,2 тыс. шт./га и 0,8 тыс. шт./га соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Данные учета подлесочных пород на постоянных пробных площадях в Серебряноборском опытном лесничестве, шт./га

№ППП	Рябина обыкновенная	Лещина обыкновенная	Бересклет бородавчатый	Черемуха обыкновенная	Жимолость лесная	Ирга круглолистная	Крушина ломкая	Калина обыкновенная	Свидина белая
ОМ-1	808	1376	–	2440	184	224	–	192	128
ППП-1	1384	992	272	264	1120	–	–	–	–
ППП-2	864	1376	192	848	232	–	–	–	–
ППП-5	2728	400	1144	728	–	280	40	–	–
ППП-6	1496	368	1136	–	–	208	–	–	–
ППП-8	264	920	272	224	–	–	–	–	–
ППП-9	592	1320	720	–	–	–	–	–	–
ППП-14	432	752	368	1752	–	872	640	–	–

Исследование в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН показало, что лиственные породы, формирующие подрост в настоящий момент, в последующем будут играть все большую фитоценотическую роль. При этом обильное присутствие подлесочных пород ведет к дополнительному затенению со стороны данных видов под пологом сосновых древостоев.

Библиографический список

1. Лежнев, Д. В. Естественное возобновление под пологом сосновых фитоценозов в Московском регионе / Д. В. Лежнев, С. А. Коротков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2024. – № 248. – С. 6-26. – DOI 10.21266/2079-4304.2024.248.6-26.
2. Глазунов, Ю.Б. Естественное возобновление на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве / Ю. Б. Глазунов, Г. А. Полякова, С. А. Коротков, Д. В. Лежнев // Сибирский лесной журнал. – 2024. – № 2. – С. 74-83.
3. Lezhnev, D. The Growing Dynamic of Scots Pine (*Pinussylvestris* L.) Stands in the Moscow Region / D. Lezhnev, S. Korotkov, L. Stonozenko, A. Popova // III International Conference “Sustainable Development: Agriculture, Energy and Ecology” (VMAEE-III-2024) : AIP Conference Proceedings, Karshi, 26–28 февраля 2024 года. – Melville: AIP PUBLISHING, 2024. – P. 20045.
4. Лежнев, Д. В. Возобновление под пологом сосняков Лосиноостровского лесопарка национального парка "Лосиный остров" / Д. В. Лежнев, Е. М. Шухин, Д. Дубей // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока : Материалы Всероссийской научной конференции, Хабаровск, 07–08 октября 2021 года / Отв. редактор А.Ю. Алексеенко. – Хабаровск: Федеральное бюджетное учреждение "Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства", 2021. – С. 131-137.
5. Глазунов, Ю.Б. Формирование сосняков сложных в Серебряноборском опытном лесничестве / Ю. Б. Глазунов, С. А. Коротков, Д. В. Лежнев, А. В. Титовец // Лесоведение. – 2024. – № 6. – С. 595-603. – DOI 10.31857/S0024114824060018.
6. Лежнев, Д.В. Динамика сосновых лесов в Серебряноборском участковом лесничестве Московской области / Д. В. Лежнев, Д. Дубей, Ю. Б. Глазунов, С. А. Коротков // Вопросы геологии и комплексного изучения экосистем Восточной Азии : Сборник докладов, электронное издание, Благовещенск, 04–07 октября 2022 года. – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2022. – С. 217-219.

7. Лебедев, А.В. Особенности естественного возобновления в сосново-липовых и лиственнично-липовых насаждениях города Москвы / А. В. Лебедев, А. В. Гемонов, С. Н. Волков [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2023. – Т. 18, № 3. – С. 373-384. – DOI 10.22363/2312-797X-2023-18-3-373-384.

УДК 631.581.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВРЕМЕННЫХ ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЙ ПРИ РАННЕЙ ВЫСАДКЕ ПЕРЦА СЛАДКОГО В ОТКРЫТЫЙ ГРУНТ

Булгаков Дмитрий Вячеславович, мл.н.с., Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга", Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный, Россия. r969750@yandex.ru Аспирант 4-го года обучения института Мелиорации, водного хозяйства и строительства А.Н. Костякова, кафедра Сельскохозяйственных мелиораций

Аннотация: Ранняя высадка рассады сладкого перца под временные тоннельные укрытия ускоряет рост растений, защищает от заморозков и повышает урожайность. Укрытия создают оптимальный микроклимат, сокращая сроки цветения на 2 недели и увеличивая ранний урожай в 2 раза. Метод особенно эффективен в регионах с нестабильным климатом, таких как Московская область.

Ключевые слова: Сладкий перец, временные укрытия, ранняя высадка, урожайность, заморозки.

Ранняя посадка рассады перца сладкого в открытый грунт позволяет получить более ранний урожай [1]. Однако при слишком ранних сроках высадки растения могут пострадать от весенних заморозков, особенно в регионах с нестабильным климатом, таких как Московская область [2]. По многолетним наблюдениям, возвратные заморозки здесь возможны вплоть до середины мая [3].

Временные тоннельные укрытия (Рис.1) помогают защитить теплолюбивые культуры от резких перепадов температуры, заморозков, туманов и чрезмерной жары [4]. Благодаря особой структуре укрывных материалов под ними поддерживается оптимальный микроклимат: воздух циркулирует равномерно, не образуется конденсат, а растения не перегреваются [5]. Это создает благоприятные условия для роста, ускоряет созревание урожая и снижает риск поражения вредителями и болезнями [6].



Рис.1 Временные тоннельные укрытия

Особенно важна защита в первые недели после высадки, когда рассада наиболее уязвима к холоду [7]. Под укрытием температура в среднем на 2–5 °С выше, чем в открытом грунте [8]. Наибольший прогрев обеспечивает полиэтиленовая пленка, но при температуре выше +25 °С под ней может создаваться избыточное тепло [9], что негативно сказывается на развитии растений. По этому лучше использовать нетканый укрывной материал спанбонд 50г/м², такой материал не только защитит растения от перегрева но и выдержит заморозки до – 6 °С.

Преимущества таких укрытий сохраняются на протяжении всего вегетационного периода:

- Цветение наступает раньше на 2 недели (под укрытием – на 97–105 й день, в открытом грунте – на 101–120-й день).
- Вегетативная масса нарастает интенсивнее: к моменту цветения площадь листьев под укрытием в 3 раза больше, чем без него.
- Количество листьев увеличивается на 20–25%, а их размер – в 2 раза больше, что способствует лучшему фотосинтезу и формированию урожая.

Наблюдения показывают, что рассада под укрытиями приживается быстрее [10]. Например, при ранней посадке растения в открытом грунте начали рост только на 12-й день, тогда как под тоннелями – уже на 5-й день.

В начальный период развития растения под укрытиями обгоняют по высоте те, что растут в открытом грунте, почти вдвое. Позже разница сокращается, но все равно остается на уровне 10–15%.

Использование временных укрытий при сверхранней посадке позволяет получить вдвое больший ранний урожай по сравнению с открытым грунтом. Это особенно важно для фермеров и садоводов, стремящихся к раннему выходу продукции на рынок.

Таким образом, этот метод является эффективным способом получения раннего и обильного урожая сладкого перца даже в условиях нестабильного климата.

Библиографический список

1. Иванов А.А. Влияние сроков посадки на урожайность сладкого перца // Овощеводство. - 2019. - №5. - С. 12-15.
2. Петрова В.М. Защита теплолюбивых культур от заморозков. - М.: Агропромиздат, 2018. - 156 с.
3. Климатические особенности Московского региона / Под ред. С.И. Сидорова. - М.: Метеоиздат, 2020. - 234 с.
4. Современные технологии в овощеводстве / Сост. Н.В. Козлова. - СПб.: Профикс, 2021. - 189 с.

5. Ушаков Р.Н. Микроклимат под временными укрытиями // Агрономический вестник. - 2022. - №3. - С. 45-48
6. Григорьева Е.Д. Болезни и вредители пасленовых культур. - М.: Колос, 2019. - 210 с.
7. Агротехника сладкого перца в условиях Нечерноземья / Под ред. П.О. Леонтьева. - М.: Россельхозакадемия, 2020. - 178 с.
8. Семенов В.К. Температурный режим под различными укрытиями // Вестник сельскохозяйственной науки. - 2021. - №7. - С. 33-37
9. Материалы для защищенного грунта: справочник / Сост. Л.М. Федорова. - М.: Агрорус, 2022. - 245 с.
10. Ермакова Т.П. Фенология овощных культур. - СПб.: Лань, 2020. - 167 с.

УДК 630*232.11

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА ПО ВЫРАЩИВАНИЮ СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Лебедев Александр Вячеславович, д.с.-х.н., доцент, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ, alebedev@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе рассматриваются результаты опыта по выращиванию культур сосны скрученной в Московской области. На дерновосреднеподзолистых суглинистых почвах сосна скрученная показывает более высокую устойчивость по сравнению с сосной обыкновенной. Сосну скрученную можно рекомендовать для выращивания в Московской области с целью получения балансовой древесины, но при этом важно проводить своевременные лесохозяйственные уходы для регулирования породного состава древостоев.

Ключевые слова: интродукция, сосна скрученная, лесные культуры, Московская область.

Интродукция древесных растений направлена на увеличение биологического разнообразия лесов путем обогащения местной дендрофлоры, на создание искусственных лесов, обладающих целевыми биологическими и хозяйственными свойствами, на расширение ассортимента декоративных растений, применяемых в озеленении [2, 7, 9]. В качестве перспективной древесной породы-интродуцента для таежной зоны европейской части России по итогам испытаний в лесных культурах многих регионов отмечается сосна скрученная (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon) [1, 3, 8, 10]. Указывается, что по скорости роста и продуктивности она способна превосходить аборигенный вид – сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.). Древесина сосны скрученной имеет высокий спрос в целлюлозно-бумажной промышленности, так как низкое содержание смолы позволяет получать легко отбеливающуюся целлюлозу. Большинство ранее проводимых в нашей стране исследований сосредоточено. Главным образом, в регионах севера Восточно-Европейской равнины. Целью исследования является оценка культур сосны скрученной в условиях хвойно-широколиственных лесов европейской части России (Московская область).

Объект исследования – культуры сосны скрученной в Огудневском участковом лесничестве Московского учебно-опытного лесничества. Культуры заложены в мае 1991 года трехлетними сеянцами, выращенными из семян различного географического происхождения (6 районов Канады). Густота посадки составила в среднем 3,0-3,5 тыс. растений на 1 га. Тип леса – ельник кисличный, почва – дерновосреднеподзолистая суглинистая. Подробно история создания культур, результаты биометрических измерений

сеянцев и данные о таксационных характеристиках до 17 лет приводятся в публикациях И.И. Дроздова и Ю.И. Дроздова [5], Ю.И. Дроздова [6].

В начале вегетационного периода 2025 года проведено обследование участка культур на площади 0,2 га. Для сосны скрученной и сосны обыкновенной выполнена перичислительная таксация (с использованием приложения ArborealForest и высотомера VertexIV), а для второстепенных древесных пород – измерительная таксация (применялись цепной полнотомер Биттерлиха и высотомер VertexIV). Для деревьев сосны скрученной и сосны обыкновенной определены категории санитарного состояния по пятибалльной шкале, где 1 – здоровые, ..., 5 – погибшие деревья [4]. Данные таксационных измерений обработаны в соответствии с общепринятыми методами. Фрагмент обследованного древостоя с участием сосны скрученной показана на рисунке 1.



Рис. 1 Смешанный древостой с участием сосны скрученной

Биологический возраст культур на момент обследования составил 37 лет. Сосна скрученная имеет следующие таксационные характеристики: средняя высота – 15,5 м, средний диаметр – 17,3 см, сумма площадей поперечных сечений – 12,5 м²/га. Сосна обыкновенная по значениям средней высоты (18,5 м) и среднего диаметра (20,7 см) несколько превосходит сосну скрученную. Средневзвешенная категория санитарного состояния для сосны скрученной составила 2,6 (сильно ослабленная), а для сосны обыкновенной – 2,1 (ослабленная).

В условиях дерновосреднеподзолистой суглинистой почвы, являющейся типичной для выращивания еловых древостоев, сосна скрученная в целом показывает более высокую устойчивость по сравнению с сосной обыкновенной, которая практически полностью выпала. Негативно на росте и устойчивости сосны скрученной сказывается межвидовая конкуренция с березой. Проведенное исследование показывает, что сосну скрученную можно рекомендовать для выращивания в Московской области с целью получения балансовой древесины, но при этом важно проводить своевременные лесохозяйственные ухода для регулирования породного состава древостоев.

Библиографический список

1. Алексеев В.М. Интродукция сосны скрученной в условиях Ленинградской области / В.М. Алексеев, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко, Д.С. Бурцев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2014. – № 3(339). – С. 24-33.
2. Бабич Н.А. Концептуальная модель интродукции дендрофлоры в северных широтах Русской равнины / Н.А. Бабич, Е.Б. Карбасникова, О.С. Залывская, Ю.В. Александрова, Н.П. Гаевский, И.А. Попкова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 6(402). – С. 66-77. – DOI: 10.37482/0536-1036-2024-6-66-77.
3. Демидова Н.А. Результаты 35-летнего испытания сосны скрученной на Европейском Севере России / Н.А. Демидова, Т.М. Дуркина, Л.Г. Гоголева, Ю.С. Быков, А.А. Парамонов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2018. – № 225. – С. 90-105. – DOI: 10.21266/2079-4304.2018.225.90-105.
4. Денисова Н.Б. Санитарное и лесопатологическое состояние сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) в Джанхотском бору / Н.Б. Денисова, А.В. Лебедев, С.Н. Волков, Д.А. Белов, К.А. Козлов // Природообустройство. – 2025. – № 2. – С. 137-144. – DOI: 10.26897/1997-6011-2025-2-137-144.
5. Дроздов И.И. Культуры сосны скрученной в решении сырьевой проблемы балансовой древесины / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2005. – № 5. – С. 83-84.
6. Дроздов Ю.И. Сосна скрученная (*Pinus contorta*) на опытных объектах МГУЛ / Ю.И. Дроздов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2008. – № 1. – С. 188-191.
7. Залывская О.С. Видовое разнообразие представителей североамериканской дендрофлоры в Архангельской агломерации / О.С. Залывская, К.С. Шапран // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. 42, № 6. – С. 85-92. – DOI: 10.53374/1993-0135-2024-6-85-92.
8. Корчагов С.А. Опыт выращивания сосны скрученной (*Pinus contorta*) в Вологодской области / С.А. Корчагов, С.Е. Грибов, Р.С. Хамитов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 60-65. – DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-60-65.
9. Лебедев А.В. Ботанико-географический анализ дендрофлоры ландшафтов усадеб биосферного резервата «Кологривский лес» / А.В. Лебедев // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 4. – С. 52-66. – DOI: 10.26897/2949-4710-2024-2-4-52-66.
10. Раевский Б.В. Ход роста смешанных культур сосны скрученной и сосны обыкновенной в южной Карелии / Б.В. Раевский // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2010. – № 1(1). – С. 31-38.

УДК 630*51;630*53

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА ВЯЗА ШЕРШАВОГО (*ULMUS GLABRA HUDS*) В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ПРИДОНЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КАШАРСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Пузанков Алексей Анатольевич, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, puzankov-01@mail.ru
Хамитов Ренат Салимович, доцент кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.hamitov@rgau-msha.ru

Аннотация: Вяз шершавый (*Ulmus glabra Huds.*) является одной из часто применяемых в агролесомелиорации древесных пород на территории степного Придонья,

находящегося в пределах Доно-Донецкого лесомелиоративного района Ростовской области. Целью исследования является изучение изменений основных таксационных показателей в чистой по составу вязовой лесной полосе. Во время проведения исследования по изучению хода роста использовались общепринятые в лесной таксации методики. В ходе камеральной обработки составлены таблицы хода роста по диаметру и высоте, а также представлены графики изменений основных таксационных показателей в абсолютных величинах. Достоверность и правильность полученных регрессионных уравнений хода роста вяза шершавого (по высоте, диаметру) в условиях засушливой степи подтверждается высоким значением коэффициента аппроксимации.

Ключевые слова: вяз шершавый, лесная полоса, ход роста, таксационные описание.

Введение. Вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.) является одной из применяемых в агролесомелиорации древесных пород на территории степного Придонья, находящегося в пределах Доно-Донецкого лесомелиоративного района Ростовской области. На долю вяза шершавого как агролесопосадочного материала приходится около 5% площади всех агролесонасаждений [1].

По таксационным показателям вяз шершавый уступает всем другим лесопосадочным породам. Лесные полосы, в составе, которых присутствует вяз обычно они угнетены, имеют низкую высоту (6-11 м) крона вяза густая, почти не пропускающая солнечный свет, имеющая цилиндрическую полуовальную форму, листья немного продолговатые, эллиптической формы, кора на стволе грубо-трещиноватая. Плотность древесины составляет 609 кг/м^3 [2, 3]. Вяз шершавый относится к быстрорастущей лиственной породе, отличается теневыносливостью и морозостойкостью, он чутко реагирует на засуху и засоление почвы, поэтому предпочитает увлажненные плодородные почвы, именно поэтому эта древесная порода относится к породам-гигромезофитам и устойчива к ветровым воздействиям за счёт глубокозалегающей корневой системы [4].

Целью исследований является изучение изменений основных таксационных показателей вяза шершавого в лесной полосе в условиях степного Придонья в административных границах Кашарского района. **Объектом исследования** являлась полезащитная чистая по составу лесная полоса вяза шершавого (10 Вш), произрастающей в границах бывшего совхоза Красный колос Кашарской района Ростовской области.

Изучение динамики роста вяза шершавого осуществлялось стандартными методами лесоучётных измерений [5]. Итоги проведённой на пробной площади выборочной количественной таксации позволили определить средний возраст модельного экземпляра дерева, равный 25 годам, среднюю высоту ствола (h) - 9,4 метра, а также диаметр ствола на высоте груди ($d_{1,3}$) (при непосредственном измерении диаметра в коре на высоте 1,3 м) – 7,3 см [6].

По завершению рубки модельного дерева были определены следующие показатели: общая длина ствола (L), протяженность кроны дерева, и свободной от боковых побегов части ствола. Дополнительно осуществлялась разбивка ствола на 2-х метровые секции, с которых производился отбор образцов путём выпиливания круглых поперечных срезов древесины (спилов). Всего было отобрано 3 двухметровые секции: у комля ствола, на стандартной высоте учёта диаметра ствола (1,3 м), а также у основания вершинки на высоте 8,0 м.

Результаты и обсуждение. На основании поперечных срезов, в ходе камеральной обработки были сформулированы таблица динамики прироста древесины по диаметру и высоте (таблица 1), а также по площади поперечного сечения ствола и объёму древесины (таблица 2). График изменения взаимосвязи высоты и диаметра дерева в зависимости от возрастных периодов (рис. 1) был сформирован исходя из сведений, представленных в таблице 1. Также установлены корреляционные закономерности и построен прогнозируемый рост дерева до достижения им возраста спелости [7].

Таблица 1

Динамика изменений роста вяза шершавого по высоте и диаметру

Порядковый номер сечения	Уровень сечения, (м) / количество слоёв	Толщина сечения (d _{1,3} , см) по периодам возраста (лет)						Возраст, при котором дерево достигло уровня сечения, м
		25		20	15	10	5	
		в коре	без коры					
I	0/25	13,0	11,0	10,1	7,5	4,6	2,0	0
II	1/23	8,8	7,5	6,6	4,7	2,6	1,4	2
III	1,3/22	7,3	6,3	5,2	3,0	2,1	1,0	3
IV	3/18	5,8	5,2	3,8	2,1	1,3	-	7
V	5/15	4,5	4,0	2,5	1,5	-	-	10
VI	7/10	2,5	2,1	1,5	-	-	-	15
Высота дерева по периодам возраста, м		9,4		8,6	7,0	5,0	2,9	

Таблица 2

Динамика роста ствола вяза шершавого по площади сечения и объёму

Возраст среза, лет	Площадь сечения ($m^2 \times 10^{-3}$) по периодам возраста (лет)					
	25		20	15	10	5
	В коре	Без коры				
I	6,10	4,40	3,40	1,70	0,50	0,20
III	2,60	2,10	1,10	0,30	0,10	-
V	1,60	1,30	0,50	0,10	-	-
VI	0,50	0,30	0,20	-	-	-
Площадь сечения вершинки, $m^2 \times 10^{-3}$	0,3	0,2	0,3	0,6	0,3	0,4
Длина вершинки, м	1,4	1,4	0,6	1,0	1,0	0,9
Диаметр основания вершинки, см	1,9	1,5	0,6	0,9	0,7	0,6
Общие показатели площадей сечения и объёмов						
Сумма площадей сечений, $m^2 \times 10^{-3}$	10,8	8,1	5,2	2,2	0,6	0,2
Объём секций, $m^3 \times 10^{-3}$	21,6	16,2	10,4	4,4	1,2	0,4
Объём вершинки, $m^3 \times 10^{-3}$	0,1	0,009	0,0006	0,2	0,1	0,12
Общий объём дерева, $m^3 \times 10^{-3}$	21,7	16,2	10,4	4,6	1,3	0,52

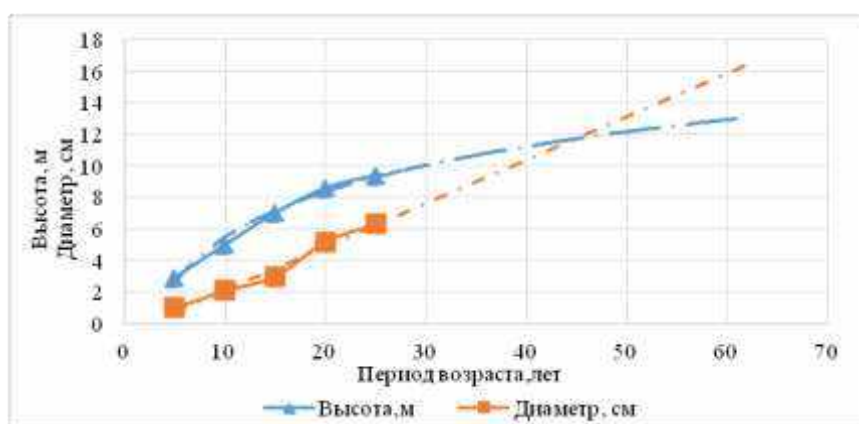


Рис.1 Прогноз изменений таксационных показателей (высота и диаметр) вяза шершавого по мере увеличения возраста

В ходе камеральной обработки исследования модельного дерева вяза шершавого было установлены статистически значимые закономерности между высотой дерева, его диаметром и продолжительностью жизненного цикла. Полученные данные позволили рассчитать регрессионные уравнения, отражающие взаимосвязь вышеуказанных морфометрических характеристик с увеличением возраста дерева.

$$h = 4,1506 \ln(n) - 4,0742, R^2 = 0,9852$$

$$d = 0,274n - 0,59, R^2 = 0,9845$$

где: h-высота дерева, м; d-диаметр ствола, см; n-возраст дерева, лет;

R²-коэффициент аппроксимации.

В результате оценки динамики роста древесного ствола вяза шершавого (рис. 1) было выявлено, что в чистой по составу вязовой лесной полосе наблюдается типичное увеличение таксационных показателей (высота и диаметр) с увеличением возраста дерева, с небольшим уменьшением интенсивности прироста по диаметру в возрасте 15 лет, что обусловлено влиянием внешних экологических факторов окружающей среды (засухой). В десятилетнем возрасте высота вяза была равна 5 м, диаметр ствола 2,1 см; к 25 годам ствол достиг 9,4 м в высоту и 6,3 см в диаметре. Прогноз роста модельного дерева показывает, что в 30-летнем возрасте высота дерева возрастёт до 10 м, а диаметр увеличится до 7,6 см. В 40-летнем вяз достигнет 11,2 м в высоту при диаметре 10, 4 см, а в 50 лет высота составит 12,2 м, диаметр – 13,1 см. По достижению возраста спелости (60 лет) дерево достигнет 14,4 м в высоту и 16,1 см в диаметре. Надёжность полученных регрессионных моделей, отображающих изменение высоты и диаметра вяза шершавого в популяционной лесной полосе доказана высокими показателями коэффициента аппроксимации: по высоте 0,98852; по диаметру - 0,9845.

Выводы. В силу вышеизложенного следует заключить, что изученная модель вяза шершавого актуальна и практична, так как позволяет прогнозировать его рост в защитных лесорастительных насаждениях в условиях степного Придонья. Высокие значения коэффициента аппроксимации свидетельствуют о том, что модель правильно описывает реальные данные и может послужить основой для дальнейших разработок агролесомелиоративных мероприятий.

Библиографический список

1. Ивонин В.М., Танюкевич В.В. Оценка ресурсов лесных полос на сельхозугодьях Ростовской области // ИВУЗ. Лесной журнал. - 2011. - № 6. - С. 17-22.
2. Иванов А.Ф. Биология древесных растений / А.Ф. Иванов и др. под ред. А.Ф. Иванова - Минск: Наука техника, 1985 – 264 с.
3. Наука, технологии, искусство: теоретико-эмпирические и прикладные исследования, сборник научных трудов по материалам XIII Международного междисциплинарного форума молодых учёных. НОО профессиональная наука. - Санкт-Петербург, 2017 г. - 203-212 с.
4. Пузанков, А. А. Изучение хода роста вяза шершавого (*Ulmus glabra* Huds) в условиях байрачной дубравы Кашарского лесничества Ростовской области / А. А. Пузанков, О. И. Бабошко // Тимирязевский биологический журнал. - 2023. - № 2. - С. 19-27. - DOI 10.26897/2949-4710-2023-2-19-27. - EDN URIMCV.
5. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. - М.: Отраслевой стандарт, 1983. - 63 с.
6. Нагимов З.Я. Таксация отдельного дерева: учебное пособие / З. Я. Нагимов, С. С. Зубова, О. В. Сычугова [и др.]. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. - 160 с.
7. Хамитов, Р. С. Моделирование экосистем / Р. С. Хамитов, Ю. М. Авдеев. - Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2011. - 62 с.- EDN USJPZH.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ВЛАЖНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ ОТ ВОДНОГО РЕЖИМА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Попова Екатерина Александровна, аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kkk97@list.ru

Аннотация: Исследование направлено на установление оптимальных границ почвенной влажности для дерново-подзолистых почв при капельном орошении белокочанной капусты. Экспериментальные работы проводились в 2022–2023 годах на базе опытно-мелиоративного пункта «Дубна» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Для достижения цели использовались как полевые наблюдения, так и лабораторные исследования. Обработка полученных данных позволила построить зависимость относительной урожайности (Y_i/Y_{max}) от уровня влажности верхнего слоя почвы (глубина 0,5 м). При моделировании зависимости применялась формула В.В. Шабанова, что дало возможность графически представить закономерность влияния водного режима на продуктивность культуры.

Ключевые слова: почва, капельное орошение, белокочанная капуста, относительная урожайность, водный режим

Введение. Рациональное управление водным состоянием дерново-подзолистых почв играет ключевую роль в обеспечении устойчивой и высокой продуктивности белокочанной капусты в условиях Московской области. Оптимизация оросительных мероприятий требует точного определения допустимых диапазонов влажности, обеспечивающих наиболее благоприятные условия для роста и развития растений. В рамках проектирования систем орошения важное значение имеет разработка режима поливов, предполагающего поддержание влажности в заданных пределах — от нижней до верхней границы оптимума.

Научными трудами как отечественных, так и зарубежных исследователей предложены различные рекомендации по оптимальным значениям почвенной влажности для выращивания белокочанной капусты. Однако анализ доступных данных показывает их значительную вариабельность, особенно применительно к дерново-подзолистым почвам. Это обстоятельство обусловило необходимость проведения экспериментальных исследований с целью уточнения граничных значений влажности при капельном способе орошения указанной культуры.

Эксперименты были выполнены в 2022–2023 гг. на территории опытно-мелиоративного пункта «Дубна», расположенного в Сергеево-Посадском городском округе Московской области. Опытная площадка является частью учебно-исследовательской сети РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и предназначена для изучения агро-мелиоративных технологий в условиях Нечернозёмной зоны России.

Материалы и методы исследований. Для изучения влияния различных уровней влагосодержания в увлажняемом слое почвы на продуктивность белокочанной капусты были организованы полевые опыты на трёх опытных делянках с применением капельного орошения и одной контрольной без полива. Площадь каждой делянки составила 50 м², эксперимент предусматривал трёхкратную повторность. В рамках каждого опыта высаживали по три ряда капусты, при этом каждый ряд рассматривался как отдельная повторность. Для минимизации перекрёстного влияния между участками предусматривались защитные зоны шириной 0,75 м.

Габаритные параметры делянок были установлены следующим образом: длина — 20 м, расстояние между рядами — 0,5 м, между отдельными растениями — 0,5 м, а между соседними делянками — 1,5 м. Общая площадь под проведение эксперимента составила 240

м². Режим увлажнения корнеобитаемого слоя регулировался в соответствии с заданными вариантами опыта с использованием капельной системы орошения. Экспериментальные условия включали четыре варианта поддержания влажности в пределах:

- 1 – 0,6–0,7 полевой влагоёмкости (ПВ);
- 2 – 0,7–0,8 ПВ;
- 3 – 0,8–0,9 ПВ;
- 4 – контрольный вариант — без применения полива.

Под все варианты, включая контроль, вносилась единая норма минеральных удобрений: N₁₇₀P₈₀K₁₆₀. Полив осуществлялся через полиэтиленовые трубы низкого давления (ПНД), оснащённые встроенными эмиттерами с расходом 3 л/ч. Диаметр активной зоны увлажнения составил 0,5 м, что обеспечило площадь орошаемой поверхности на уровне 0,196 м² на одно растение.

Для оперативного и точного контроля за состоянием водного режима использовался прибор TRIME-FM компании IMKO GmbH (Германия). Измерения проводились послойно до глубины 0,5 м с шагом 0,1 м. Перед началом вегетационного периода выполнялась калибровка устройства посредством термостатно-весового метода. Калибровочные замеры проводились в скважинах, укреплённых трубой TECANAT, с одновременным отбором проб почвы буром АМ-7 для определения объёмной влажности.

Глубина промачивания изменялась в зависимости от стадии развития культуры: на начальном этапе (первые три декады после посева) — до 0,2 м, а в дальнейшем, по мере формирования корневой системы, — до 0,4–0,5 м. Все физические и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы анализировались в лабораторных условиях кафедры сельскохозяйственных мелиораций РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева согласно общепринятым аналитическим методикам.

Таблица 1

Результаты опытов на делянках по урожайности белокочанной капусты и влажности почвы за 2022 - 2023 гг

Вариант	1 (0,6-0,7 ПВ)	2 (0,7-0,8 ПВ)	3 (0,7-0,8 ПВ)	Контроль без полива
2022 г.				
Y _{i общ.} , т/га	28,5	53,2	55,1	14,0
W _{ср} /ПВ	0,59	0,67	0,74	0,48
Y _{i общ} /Y _{max}	0,52	0,96	1	0,25
2023 г.				
Вариант	1 (0,6-0,7 ПВ)	2 (0,7-0,8 ПВ)	2 (0,8-0,9 ПВ)	Контроль без полива
Y _{i общ.} , т/га	54,5	57,4	47	39,2
W _{ср} /ПВ	0,64	0,73	0,81	0,55
Y _{i общ} /Y _{max}	0,95	1	0,81	0,68

Следует отметить, что аналогичные зависимости между относительной урожайностью сельскохозяйственных культур и влажностью почвы для различных природно-климатических регионов ранее были получены В.В. Шабановым. В частности, построенные им кривые позволяют оценить влияние водного фактора на формирование урожая и могут быть использованы как основа для моделирования оптимальных режимов орошения.

На рисунке 1 представлена графическая интерпретация зависимости урожайности белокочанной капусты от влажности серозёмных почв, согласно которой наиболее благоприятное значение составляет 0,72 полевой влагоёмкости (ПВ). Однако поддержание такого точного уровня в условиях практического землепользования связано с

технологическими сложностями и высокой стоимостью. По этой причине более целесообразным представляется использование не точечного значения, а определённого диапазона влажности, обеспечивающего стабильную продуктивность культуры при допустимых затратах на орошение.

На основе экспериментальных данных, полученных для дерново-подзолистых почв Нечернозёмной зоны Российской Федерации, рассчитано численное значение коэффициента γ_i , равное 7,275. Данный параметр характеризует степень допустимого снижения влажности почвы по сравнению с оптимальной величиной под влиянием фитогенного фактора — то есть воздействия корневой системы растений. Таким образом, его значение закономерно зависит от биологических особенностей возделываемой культуры и генетических свойств почвенного покрова.

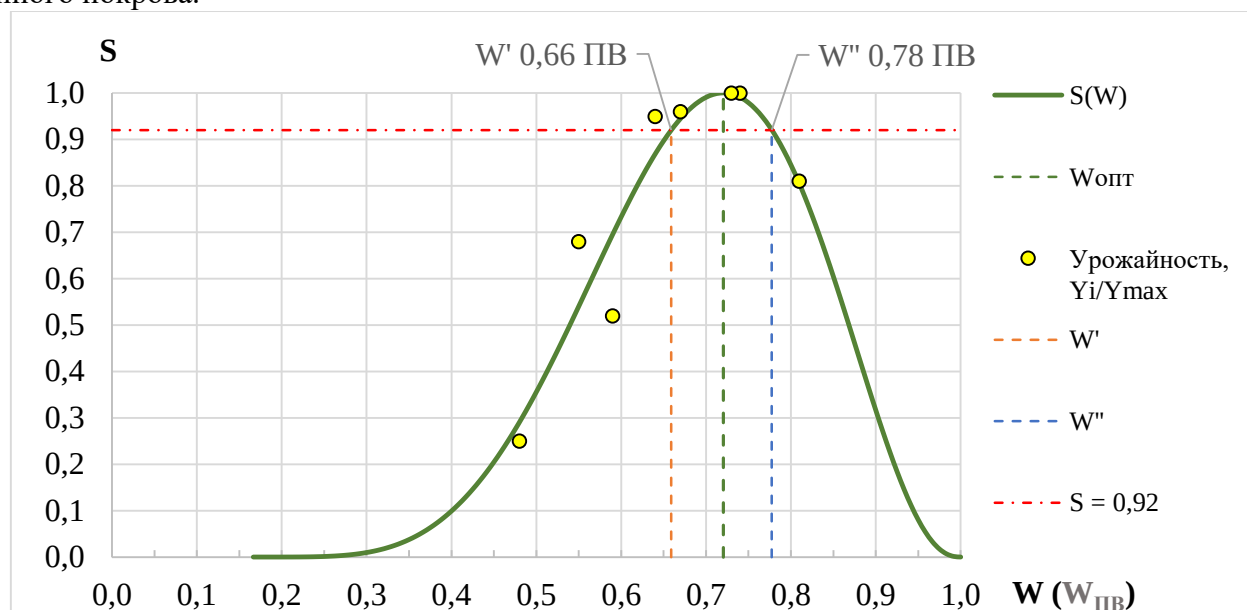


Рис. 1 Закономерность изменения относительной урожайности (продуктивности) белокочанной капусты, выраженной как отношение Y_i/Y_{max} , в зависимости от относительной влажности почвы ($W/\text{ПВ}$) в корнеобитаемом слое глубиной 0,5 м при применении капельного орошения:

где: Y_i/Y_{max} – относительная урожайность белокочанной капусты при различной влажности почвы; $S(W)$ – функция относительной продуктивности белокочанной капусты; $S = 0,92$ – уровень относительной продуктивности в 0,92 доли; W' и W'' – точки пересечения функции с уровнем относительной продуктивности в 0,92 доли; W_{opt} – оптимальная влажность почвы.

Выводы:

1. В результате проведенных исследований уточнены оптимальные пределы влажности дерново-подзолистых почв для возделывания белокочанной капусты в условиях Нечернозёмной зоны Российской Федерации. Установлено, что наиболее эффективное управление водным режимом при капельном орошении обеспечивается в диапазоне 0,66–0,78 полевой влагоёмкости (ПВ), что способствует стабильному формированию высокого уровня продуктивности.

2. Построена функциональная зависимость относительной урожайности белокочанной капусты (Y_i/Y_{max}) от относительной влажности дерново-подзолистой почвы в слое 50 см при капельном орошении. Для моделирования связи использована формула В.В. Шабанова, применённая к условиям $W/(B_3 - \text{ПВ})$, что позволило графически представить закономерности влияния водного фактора на биологическую продуктивность культуры.

Библиографический список

1. Optimization of the irrigation of agricultural crops regime on sod-podzolic soils of

- watershed areas of the non-chernozem zone of the Russian Federation Pchelkin V.V., Sukharev Yu.I., Kasianov A. *Идр. Natural Volatiles and Essential Oils*. 2021. Т. 8. № 4. С. 11068-110.
2. Ходяков Е.А. Особенности режима капельного орошения и водопотребления кабачков, выращиваемых в Нижнем Поволжье [текст] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. №2. С. 1-18.
 3. Hidro Map A. New Tool for irrigation Monitoring and Management Using Free Satellite Imagery / L.Piedelobo, D. Ortega-Terol, S. del Pozo, D. Hernandez-Lopez, R. Ballesteros, M.A. Moreno, J.L. Molina, D. Gonzalez-Aguilera // ISPRS international journal of geo-information. 2018. Vol. 7. № 220.DOI: 10.3390/ijgi7060220.
 4. Ольгаренко И.В. Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур в условиях дефицита водных ресурсов / И.В. Ольгаренко, М.С. Эфендиев // В сборнике: Мелиорация и водное хозяйство. - материалы научно-практической конференции. Издательство: ООО "Лик"(Новочеркасск). - 2016. С. 50-53.
 5. Сафин Х.М. Оптимизация режима орошения люцерны на сено в почвенно-климатических условиях башкортостана / Х.М. Сафин, А.Д. Лукманова, Н.А. Зотова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №1. – С. 3–7. – URL: <https://rucont.ru/efd/391422> (дата обращения: 28.07.2021).
 6. Steven R. Evett, Kenneth C. Stone, Robert C. Schwartz, Susan A. O'Shaughnessy, Paul D. Colaizzi, Scott K. //Anderson & David J. Anderson Resolving discrepancies between laboratory-determined field capacity values and field water content observations: implications for irrigation management / *Irrigation Science* volume37, pages751-759(2019) Cite this article.

УДК 631.674.6 (470.0)

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ В ПЛОДОВЫХ ПИТОМНИКАХ

Дубенок Николай Николаевич, научный руководитель, академик РАН, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ndubenok@mail.

Селиверстов Антон Михайлович – аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, seliverstovantonm@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматриваются работы, направленные на изучение особенностей водного режима и водопотребления саженцев жимолости. Статья включает в себя результаты научных опытов по исследованию особенностей водопотребления и орошения жимолости, в том числе при помощи систем капельного орошения. Подчеркивается актуальность дальнейших исследований по данному вопросу.

Ключевые слова: капельное орошение, жимолость, водопотребление саженцев, увлажнение почвы.

Введение

Современное сельское хозяйство все более активно использует капельное орошение как технологически и экономически обоснованный метод орошения растений. Возникнув в середине XX века, эта система продолжает активно совершенствоваться и успешно внедряться в различных агроклиматических зонах.

Суть метода заключается в точечной подаче воды непосредственно в прикорневую зону растений. Такой подход позволяет минимизировать потери воды, избежать переувлажнения или переуплотнения почвы, а также создать благоприятные условия для

роста культур. Благодаря исключению попадания влаги на листья, снижается риск грибковых заболеваний, а также ожога растений, что особенно важно при выращивании.

Одним из значимых преимуществ капельного орошения является его адаптивность: оборудование может быть быстро переустановлено на новые участки, имеет высокую степень автоматизации и использоваться даже на участках со сложным рельефом. Системы легко масштабируются и подстраиваются под потребности конкретных культур, что делает их универсальным инструментом агротехнологий.

Материалы и методы

В процессе анализа были изучены различные типы систем капельного орошения – от ленточных и трубчатых до внутрипочвенных. Эти системы отличаются по ряду технических параметров: от расхода воды и рабочего давления до расстояния между эмиттерами. В качестве экспериментальных материалов были проанализированы исследования ученых, занимающихся вопросами водопотребления и применения капельного орошения в питомниках и садовых хозяйствах. Также включены результаты первого полевого сезона многолетнего двухфакторного опыта по разработке режима орошения для саженцев жимолости в условиях Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации при помощи системы капельного орошения.

Результаты и обсуждение

Ряд авторов отмечает высокую эффективность капельного полива в условиях дефицита влаги. Например, в степных районах показано, что такой тип полива поддерживает влажность почвы на уровне 75–80% НВ, обеспечивая оптимальный водно-воздушный режим без переуплотнения почвы. При выращивании яблоневых садов применение капельного орошения способствовало увеличению массы и длины корней, особенно в верхних горизонтах почвы [1,2]. Исследования подчеркивают неравномерное распределение корней — с максимальной концентрацией в зоне увлажнения, что подчеркивает важность правильного подбора режима орошения [3].

Работы, проведенные на территории Сибири, в том числе по жимолости и облепихе, доказали, что капельное орошение позволяет поддерживать более высокий запас влаги по сравнению с неорошаемыми участками. Это особенно важно в засушливые периоды, когда растения испытывают максимальный стресс. Отмечено, что даже при минимальной влажности, характерной для контрольных участков, саженцы жимолости продолжают развиваться, однако интенсивность их роста и укоренения значительно ниже, чем на участках с капельным орошением [4].

Дополнительно следует отметить результаты по снижению затрат при использовании капельных систем. В частности, переход от капельниц к лентам позволяет удешевить систему, не теряя ее эффективности. А в условиях водного дефицита, например, в Бухарской области, капельный полив обеспечил сокращение водопотребления на 40% и экономию удобрений до 50% [5].

Автоматизация и возможность дозированной подачи воды с учетом климатических условий делают эту систему незаменимой в интенсивных садах. В работах по яблоневым садам Волгоградской области была установлена высокая эффективность при поливе до уровня 80% НВ с глубиной промачивания до 0,6 м. Отдельного внимания заслуживают исследования по древесным культурам, где корневая система распространяется асимметрично. Знание влияния контура увлажнения на морфологию корневой системы позволяет оптимизировать не только полив, но и размещение растений, в зависимости от потребностей конкретных пород [6,7].

В ходе выполнения опытно-экспериментальной работы был заложен двухфакторный опыт по изучению различных диапазонов увлажнения на формирование сортовых саженцев жимолости. Опыт заложен в Мичуринском саду РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по методическим рекомендациям Б.А. Доспехова. Первым фактором выступает режим увлажнения почвы с поддержанием различной влажности почвы (1 – 60-80% НВ, 2 – 70-90% НВ, 3 – 80-100% НВ, 4 – контроль (без орошения). Вторым фактором выступают сорта

жимолости. За первый полевой сезон были проведены замеры влажности почвы на опытных участках и прослежена динамика ее изменения (рис. 1). Замеры производились термостатно-весовым методом.

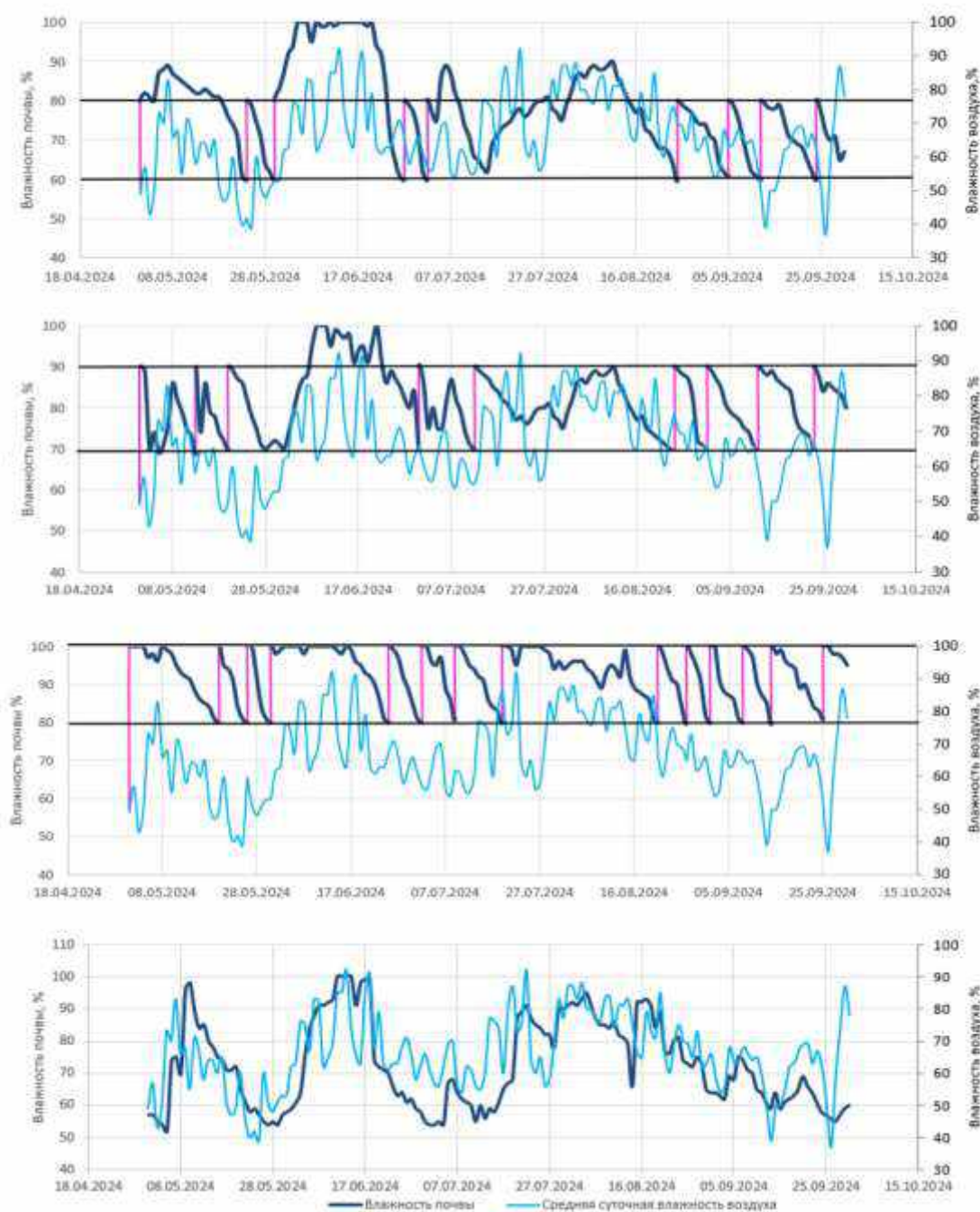


Рис.1 Динамика влажности почвы слоя 0-40 см за 2024г в различных вариантах опыта (1 – 60-80% НВ, 2 – 70-90% НВ, 3 – 80-100% НВ, 4 – контроль (без орошения))

Выводы

На основании анализа многочисленных исследований можно с уверенностью сделать следующие обобщения:

- Капельное орошение является высокоэффективным методом полива, особенно в условиях ограниченных водных ресурсов и сложного рельефа;
- Оптимальный диапазон влажности почвы для большинства плодовых и ягодных культур составляет 60–80% от наименьшей влагоемкости;
- Системы капельного полива способствуют интенсификации роста корневой и надземной массы, увеличению урожайности и улучшению микроклимата;

– Автоматизация и адаптивность систем позволяет значительно снизить затраты на труд, электроэнергию и воду.

Таким образом, капельное орошение представляет собой перспективное направление в области сельскохозяйственного водоснабжения, требующее дальнейшего внедрения и научного сопровождения в различных природно-климатических условиях.

Библиографический список

1. Рябков, С. Влияние капельного орошения на почвенные процессы под многолетними насаждениями / С. Рябков, Л. Усатая, Н. Диденко // DanishScientificJournal. – 2021. – № 46-2. – С. 3-6. – EDN QXTWVS.
2. Кременской, В.И. Технология внутрипочвенного и капельного полива с разными объемами локального увлажнения плодового яблоневого сада / В.И. Кременской, Н.М. Иванютин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2(46). – С. 151-158. – EDN ZRTDFF.
3. Дубенок, Н.Н. Влияние капельного орошения на формирование корневой системы саженцев малины в условиях Нечерноземной зоны России / Н.Н. Дубенок, К.Ю. Ильченко, А.В. Гемонов // Овощи России. – 2022. – № 3. – С. 50-54. – DOI 10.18619/2072-9146-2022-3-50-54. – EDN HCELPX.
4. Шишкин, А.В. Оценка эффективности применения капельного полива при доращивании садовых культур / А.В. Шишкин // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата : Материалы Международной научно-практической интернет-конференции, Новочеркасск, 13–20 июля 2020 года. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2020. – С. 72-77. – EDN PQKKRV.
5. Худайев, И. Капельное орошения - как водосберегающий способ орошения садов и виноградников / И. Худайев, Ж. Фазлиев, Н. Шаропов // Школа Науки. – 2019. – № 4(15). – С. 17-18. – EDN RLUFWU.
6. Продуктивность яблоневого сада интенсивного типа на капельном орошении / В.В. Бородычев, Н.В. Криволуцкая, А.А. Криволуцкий, Е.А. Стрижакова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3(27). – С. 8-14. – EDN PCXKRH.
7. Качественные показатели саженцев жимолости после доращивания на участке с капельным орошением / М.А. Рыжова, Т.М. Нелюбова, А.А. Канарский [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6(200). – С. 29-33. – EDN BEMLQW.

УДК 631.58

ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Игонченкова Полина Алексеевна, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ipoolly@yandex.ru

Безбородов Юрий Германович, доцент кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ubezborodov@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе проводится анализ деградационных процессов Амурской области, их причины и последствия для сельскохозяйственного производства. Анализируются основные факторы, способствующие снижению плодородия почв.

Приводятся данные о динамике изменения продуктивности сельскохозяйственных угодий и возможные пути решения проблемы.

Ключевые слова: *деградация земель, Амурская область, сельскохозяйственные угодья, плодородие почв, эрозия, засоление.*

Амурская область, занимающая 2,3% сельхозугодий Дальнего Востока, демонстрирует парадоксальную ситуацию: при наличии 1,8 млн га пашни ежегодные потери плодородного слоя достигают 0,5-1,2 см. Многолетние наблюдения (2015-2023 гг.) выявили три ключевых фактора ускоренной деградации: климатические аномалии, устаревшие агротехнологии, дисбаланс в севооборотах. Однако в последние десятилетия здесь наблюдается устойчивая тенденция к деградации почвенного покрова[1], что ставит под угрозу продовольственную безопасность региона и устойчивость агроэкосистем.

В данной статье исследуются основные причины деградации земель Амурской области[2], оценивается их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность кормовых угодий. Особое внимание уделяется анализу масштабов снижения плодородия почв и возможным путям решения данной проблемы[3]. Результаты исследования могут быть использованы для разработки региональных программ по рациональному землепользованию и восстановлению деградированных территорий[4]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью сохранения почвенных ресурсов как основы устойчивого развития сельского хозяйства в условиях возрастания антропогенных нагрузок и климатических изменений.

Деградация земель в области проявляется в различных формах: водной и ветровой эрозии почв, снижении содержания гумуса, засолении и подтоплении сельскохозяйственных угодий, а также в химическом загрязнении вследствие интенсивного землепользования[5]. Эти негативные изменения приводят к существенному снижению продуктивности пахотных земель, пастбищ и сенокосов, что негативно отражается на экономической эффективности сельскохозяйственного производства[6].

Деградация почвенного покрова приводит к снижению биологической продуктивности, ухудшению водно-физических и химических свойств почв, что в конечном итоге угрожает продовольственной безопасности региона. В связи с этим изучение причин и последствий деградации земель в Амурской области приобретает особую актуальность.

В Амурской области деградация почв развивается под влиянием уникального сочетания факторов, обусловленных совокупностью природных и антропогенных факторов[1]. Наиболее значимым из них является эрозия почв, проявляющаяся как в водной, так и в ветровой формах. Интенсивная сельскохозяйственная деятельность, особенно на склоновых землях без применения соответствующих почвозащитных мер, приводит к активному смыву и выдуванию плодородного слоя[4,5]. Этот процесс усугубляется в районах с высокой степенью распаханности и частыми сильными ветрами, где ежегодные потери гумуса могут достигать значительных величин.

Особую проблему в южных районах области представляет вторичное засоление почв, возникающее вследствие нерационального орошения и нарушений в работе дренажных систем. Параллельно наблюдается подтопление земель в пойменных зонах крупных рек, что приводит к заболачиванию и ухудшению физико-химических свойств почв. Эти процессы существенно ограничивают возможности сельскохозяйственного использования земель и снижают их продуктивность.

Важным аспектом деградации является постепенное уменьшение содержания гумуса в почвах, особенно заметное в наиболее плодородных черноземных и лугово-черноземных массивах[3]. Длительная интенсивная эксплуатация земель без должного восполнения органического вещества приводит к истощению почвенного покрова[1], снижению его устойчивости к эрозии и ухудшению водно-физических свойств.

Серьезную угрозу представляет химическое загрязнение почв[6], связанное с неконтролируемым применением минеральных удобрений и пестицидов. Накопление токсичных элементов не только снижает плодородие земель, но и создает потенциальную опасность для качества сельскохозяйственной продукции. Дополнительным фактором деградации стало сокращение лесного покрова, особенно защитных лесополос[2], что усиливает эрозионные процессы и нарушает естественный водный баланс территорий.

Современные системы землепользования в регионе зачастую не учитывают необходимость поддержания экологического баланса[4]. Преобладание монокультурного земледелия, отсутствие рациональных севооборотов и недостаточное использование почвоулучшающих технологий ускоряют процессы деградации[3]. В результате почвы теряют свою структуру, снижается их биологическая активность и способность к естественному восстановлению, что в совокупности создает серьезные проблемы для устойчивого развития сельского хозяйства в регионе.

Процессы деградации почвы оказывают существенное негативное воздействие на продуктивность сельскохозяйственных угодий Амурской области. За последние два десятилетия в регионе наблюдается устойчивая тенденция снижения урожайности основных сельскохозяйственных культур, что напрямую связано с ухудшением качественного состояния почв. Выраженное падение продуктивности отмечается на землях с явными признаками деградации, где потери урожайности достигают критических значений.

Особенно заметно снижение продуктивности в зерновом секторе. Урожайность ключевых для региона культур - пшеницы и сои - на деградированных землях сократилась на 20-25% по сравнению с показателями начала 2000-х годов. Это связано, прежде всего, с уменьшением содержания гумуса и нарушением водно-физических свойств почв, что особенно критично для данных культур, требовательных к качеству почвенного покрова.

Еще более значительные потери наблюдаются в кормопроизводстве. Продуктивность естественных пастбищ и сенокосов на деградированных территориях снизилась на 30-50%, что создает серьезные проблемы для развития животноводства в регионе. Ухудшение состояния кормовых угодий обусловлено как эрозионными процессами, так и изменением видового состава травостоя в результате нарушения экологического баланса.

Особую тревогу вызывает ситуация в овощеводстве. На почвах с признаками химической деградации отмечается не только снижение урожайности, но и ухудшение качества продукции из-за накопления тяжелых металлов и других токсичных соединений. Это создает дополнительные риски для продовольственной безопасности региона и требует особого контроля за состоянием почвенного покрова на интенсивно используемых сельхозугодьях.

Следует отметить, что негативное влияние деградационных процессов проявляется не только в снижении количественных показателей урожайности, но и в увеличении затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Фермеры вынуждены компенсировать падение естественного плодородия почв увеличением объемов внесения минеральных удобрений и средств защиты растений, что существенно повышает себестоимость продукции и снижает ее конкурентоспособность на рынке.

Для предотвращения дальнейшей деградации почвенного покрова и восстановления продуктивности сельскохозяйственных угодий в Амурской области требуется комплексный подход, включающий агротехнические, мелиоративные и организационные мероприятия[4].

В первую очередь важно изменить подходы к земледелию - перейти на щадящие методы обработки почвы, такие как no-till и mini-till, которые минимизируют повреждение плодородного слоя[4]. На склонах следует применять полосное земледелие, а также строго соблюдать научно обоснованные севообороты и активно использовать покровные культуры и сидераты для естественного обогащения почвы[3,5].

Не менее важно заняться восстановлением уже поврежденных земель[1]. Это включает рекультивацию нарушенных участков, регулярное внесение органических удобрений, использование биопрепаратов для улучшения почвенной микрофлоры[6] и

создание защитных лесополос. Особое внимание нужно уделить мелиорации - реконструировать дренажные системы, внедрять современные водосберегающие технологии орошения, проводить промывку засоленных участков и регулировать водный режим на подтопляемых территориях.

Для эффективного управления земельными ресурсами необходимо создать современную систему мониторинга. Она должна включать ГИС-моделирование земельных угодий[2], регулярные агрохимические и экологические исследования, применение дистанционного зондирования и создание единой базы данных о состоянии почв.

На организационном уровне требуется разработка специальной региональной программы, совершенствование законодательной базы, введение экономических стимулов для фермеров, применяющих почвозащитные технологии, и развитие системы сельскохозяйственного страхования. Только такой всесторонний подход позволит сохранить и восстановить плодородие земель Амурской области для будущих поколений.

Особое внимание следует уделить внедрению принципов точного земледелия[4], позволяющего оптимизировать использование ресурсов и минимизировать антропогенное воздействие на почвы. Важным аспектом является также экологическое просвещение сельхозпроизводителей и подготовка квалифицированных кадров в области почвозащитного земледелия. Реализация предложенных мер позволит не только остановить процессы деградации, но и постепенно восстановить продуктивный потенциал сельскохозяйственных земель региона.

Таким образом, деградация земель в Амурской области представляет собой серьезную угрозу для устойчивого развития сельского хозяйства региона. Необходимы комплексные меры по восстановлению и охране земельных ресурсов, включая внедрение устойчивых сельскохозяйственных практик, улучшение системы земледелия и активное участие местных сообществ в управлении земельными ресурсами. Только совместными усилиями можно остановить процесс деградации и обеспечить будущее для сельского хозяйства Амурской области.

Библиографический список

1. Кузнецов, М. С. Деградация и охрана почв России / М. С. Кузнецов, А. Н. Каштанов. - Москва: ГЕОС, 2020. - 340 с.;
2. Почвенные ресурсы Дальнего Востока и их рациональное использование / под редакцией В. А. Рожкова. - Владивосток: Дальнаука, 2019. - 278 с.;
3. Шишов, Л. Л. Оценка и регулирование плодородия почв / Л. Л. Шишов, Д. Н. Дурманов. - Москва: Агропромиздат, 2018. - 320 с.;
4. Семенов, В. М. Агроэкологические основы устойчивого землепользования / В. М. Семенов, К. И. Дьяченко. - Москва: КолосС, 2021. - 412 с.;
5. Федотов, А. И. Эрозия и дефляция почв в условиях Дальнего Востока / А. И. Федотов, О. П. Курганова // Почвоведение. - 2022. - № 5. - 45-53 с.;
6. Черников, В. А. Агрохимия и охрана почв от загрязнения / В. А. Черников, Р. М. Алексахин. - Москва: Лань, 2020. - 488 с.

УДК 631.674.6

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ОРОШЕНИЯ В ПИТОМНИКЕ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, д. с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой Сельскохозяйственные мелиорации ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ndubenok@mail.ru

Гжибовский Сергей Александрович, старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», gzhibowsky@ya.ru

Грушин Алексей Владимирович, старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», gav.vniiraduga@yandex.ru

Аннотация: Устойчивое развитие садоводства и получение качественного посадочного материала зависят от совершенствования технологий полива. В результате, ключевую роль в успешном выращивании растений в питомниках играет тщательный подбор методов полива, и дальнейшие исследования в этой сфере будут способствовать развитию отрасли.

Ключевые слова: капельное орошение, аэрозольное дождевание, питомник, черешня, водопотребление

Применение орошения способствует устойчивому социально-экономическому развитию и увеличению продовольственной безопасности, за счет увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, обеспечению стабильности в производстве сельхозпродукции, сокращению финансовых рисков из-за засухи. Также оно способствует увеличению налогооблагаемой базы за счёт роста объёмов выпуска продукции в агропромышленном секторе, созданию новых рабочих мест с использованием передовых технологий, повышению уровня образования и культуры среди сельских жителей, развитию инфраструктуры и улучшению жизненных условий в сельских населённых пунктах. Развитие отечественного садоводства интенсивного типа, определенного государственной программой «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса» на 2021–2030 годы, является одним из направлений развития отечественного сельскохозяйственного производства и импортозамещения. Это развитие напрямую связано с улучшением качества питания и укреплением здоровья нации, играя важную роль в обеспечении населения полезными и натуральными продуктами, необходимыми для здорового образа жизни. В основе решения проблемы продовольственной безопасности страны лежит развитие отечественного сельскохозяйственного производства. Для успешного развития садоводства необходимым условием является развитие питомниководства. Исследования в области агрономии могут принести новые достижения, благодаря тщательному выбору способов полива, способствующих не только улучшению устойчивости саженцев косточковых культур к болезням и неблагоприятным условиям окружающей среды, но и их лучшему развитию [1, 3, 4].

В результате исследований, проведенных на садовых культурах, было установлено, что капельное орошение способствует увеличению биометрических характеристик деревьев. Например, в одном эксперименте было достигнута урожайность в 24 тонны яблок с гектара при применении капельного орошения, в то время как при традиционном орошении дождем урожай составил 21 тонну, а полив по бороздам принес только 13 тонн на гектар. Другие исследования также подтвердили эти результаты, где капельное орошение привело к урожаю в 24 тонны, тогда как дождевание дало 19–21 тонну, а полив по бороздам – 16 тонн на гектар. Многие ученые считают, что капельное орошение не только увеличивает урожайность плодовых деревьев, но и является более эффективным способом использования воды по сравнению с другими методами, такими как дождевание и полив по бороздам [2].

На земельных участках ООО «Коломенская ягода» был заложен опыт, направленный на изучение эффективности комбинированного способа орошения, который включает в себя комбинированный подход с использованием капельного полива и аэрозольного увлажнения (Рисунок 1). Основная задача исследования заключается в оценке влияния этих способов на рост и развитие саженцев черешни сортов «Гостинец» и «Жуковская». Опыт проводился в формате двухфакторного исследования, что позволило более детально изучить воздействие на развитие указанных сортов. Опыт был заложен в соответствии с методиками «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» Б.А. Доспехова, «Методика постановки опытов с плодовыми, ягодными и цветочными растениями» В.А Комиссарова и «Методики полевого опыта в условиях орошения» В.Н. Плешакова. Была определена поливная норма для слоя почвы глубиной 0–30 см,

основываясь на данных термостатно-весового метода. Каждый год было запланировано увеличивать орошаемый слой почвы на 0,1 м, контролируя уровень влажности почвы с использованием тензиометров [5].

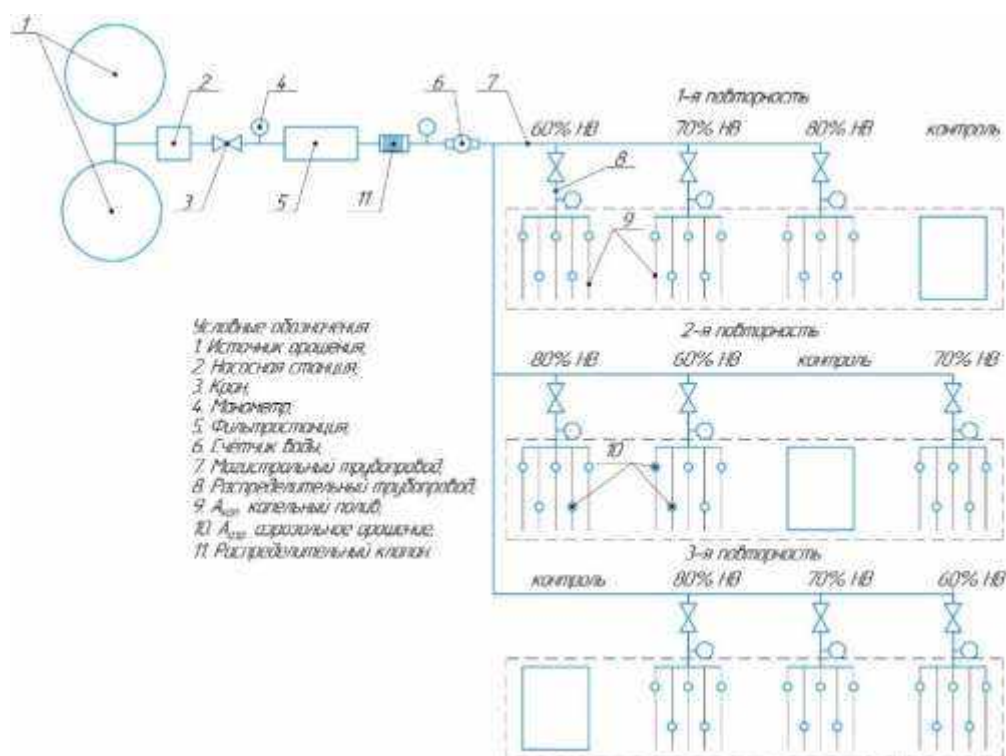


Рис. 1 Схема опыта

Место проведения опыта с применением комбинированной системы орошения черешневого питомника, включающая капельный полив и аэрозольное увлажнительное дождевание находился на земельных участках ООО «Коломенская ягода» в Коломенском районе Московской области. Опытный участок был выбран площадью 3 га. Этот участок расположен в северной части района и находится в 15 км от города Коломна. Район расположен к юго-западу от Москвы, в бассейне рек Москва и Ока.

Идеального сорта черешни, который бы удовлетворял всем требованиям, пока не существует, и его создание является основной задачей селекционных программ. Проведение исследований на сортах черешни, таких как «Жуковская» и «Гостинец», позволяет понять, при каких режимах орошения черешня обладает высоким биометрическим потенциалом. Но из-за воздействия окружающей среды не каждый сорт способен полностью реализовать свои возможности в течение года. Существует множество различных сортов черешни, и каждый из них имеет свои особенности и преимущества, которые необходимо изучать и учитывать при выборе для выращивания.

На данном участке, где проводят опытные исследования, почва среднесуглинистая, дерново-среднеподзолистая. Почвообразующие породы представлены древнеаллювиальными отложениями в виде средних светло-коричневых и буровато-коричневых суглинков. В процессе исследований на участке было выполнено заложение трех почвенных разрезов для оценки свойств почвы. Описывая почвенные разрезы, определяли мощность и характеристики генетических горизонтов. Первый горизонт (А) имеет светло-коричневый оттенок с примесью серого, толщиной 0–21 см, влажный, с корнями и проходами земляных червей, уплотненный с крупными комками почвенных отдельностей и четким переходом к следующему горизонту. После пахотного горизонта идет переходный горизонт к иллювиальному (AnB1) – толщиной 8–13 см, белесый с бурыми

пятнами, уплотненный, влажный, с кремнеземистой присыпкой по граням структурных отдельностей. Переход к иллювиальному горизонту происходит постепенно.

Для поддержания определенных уровней влажности почвы на опытном участке используются различные режимы орошения, включающие в себя как частоту поливов, так и поливные нормы. В течение проведения исследований на этом участке были собраны усредненные данные о количестве поливов, поливных нормах и интервалах между ними, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Усреднённая характеристика режимов орошения саженцев черешни за 2021–2023 гг.

Показатель	Вариант опыта			Аэрозольное увлажнение
	60–80 % НВ	70–90% НВ	80–100% НВ	
Средняя поливная норма, м ³ /га	37,1	41,7	40,6	0,3
Оросительная норма, м ³ /га	670,6	858,7	975,9	11,3
Количество поливов	18	21	24	42
Межполивной период, день	8	6	5	7

В ходе исследования была проведена комплексная работа по подбору оптимальных режимов орошения, что послужило основой для последующего анализа. Комбинированная система, объединяющая капельный полив и аэрозольное увлажнение, позволила сократить интервал между поливами до 5–13 дней. Поддержание оптимальной влажности корневого слоя почвы и возможность регулировать микроклимат в кронах саженцев черешни были достигнуты за счет применения комбинированного способа орошения. Оценка изменений влажности почвы во время капельного полива и влажности воздуха при аэрозольном увлажнении имеет важное значение для выбора режима орошения. Исследование включало в себя также анализ норм полива, учитывающих потребности растений в воде с учётом количества осадков [7].

В ходе трехлетних исследований в период с 2021 по 2023 год было установлено, что сочетание капельного полива и аэрозольного увлажнения не оказывает негативного воздействия на водно-физические параметры почвы. Пористость осталась в диапазоне от 41% до 55%, а плотность составила от 1,36 до 1,63 г/см³ на глубине 0–0,5 метра. Применение комбинированной системы орошения, включающей капельный полив и аэрозольное увлажнение, привело к стабилизации физических и фильтрационных характеристик почвы. Проведённые исследования выявили, что использование капельной системы полива для поддержания влажности почвы на уровне 80–100% НВ и регулирование микроклимата надземной части растений на этом варианте опыта характеризуют его как наилучший режим для выращивания саженцев черешни. Этот режим орошения обеспечивают равномерное увлажнение почвы, исключает замедление роста у молодых деревьев. В условиях применения комбинированного способа орошения количество саженцев первой категории превышало аналогичный показатель на вариантах опыта без орошения в 2–3 раза. Показатели прироста диаметра штамба, увеличения высоты саженцев и листовой поверхности также были значительно выше по сравнению с контрольным вариантом: соответственно 31%, 23% и 10,5% [6]. Следовательно, оптимальное увлажнение почвы и регулирование микроклимата способствовали повышенному выходу качественного

посадочного материала. Оптимальный режим работы комбинированной системы орошения, включающий поддержание влажности почвы капельным поливом на уровне 80–100 % НВ и регулирования влажности приземного слоя воздуха в диапазоне 53–78%, температуры листовой поверхности в диапазоне 20 - 24°C, обеспечивает равномерное потребление воды и питательных веществ на протяжении всей вегетации, а также обеспечивает оптимальные условия для фотосинтеза растений.

Библиографический список

1. Белова, И. В. Государственная поддержка развития садоводства и питомниководства в Российской Федерации / И. В. Белова // Садоводство и виноградарство. — 2018. — № 2. — С. 13–20.
2. Бородычев, В.В. Продуктивность яблоневого сада интенсивного типа на капельном орошении / В. В. Бородычев, Н. В. Криволицкая, А. А. Криволицкий, Е. А. Стрижакова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2012. — № 3 (27). — С. 8–14.
3. Развитие органического садоводства: аналит. Обзор — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. — 64 с.
4. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 // Собрание законодательства РФ. — 2017. — № 36. — Ст. 5390. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201708300023> (дата обращения: 02.02.2022)
5. Дубенок, Н.Н. Влияние режимов капельного орошения на водопотребление саженцев сливы в питомнике на дерново-подзолистых почвах / Н. Н. Дубенок, К. Б. Шумакова, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев, Р. В. Калиниченко // Мелиорация и водное хозяйство. — 2021. — № 3. — С. 19–26.
6. Дубенок, Н.Н. Исследование и режим работы комбинированной системы капельного орошения с аэрозольным увлажнением для возделывания черешневого сада / Н. Н. Дубенок, С. А. Гжибовский, А.В. Гемонов // Овощи России. — 2024. — № 6. — С. 128–136.
7. Гжибовский, С.А. Совершенствование технологии и техники аэрозольного увлажнения для садов интенсивного типа / С. А. Гжибовский, А. В. Грушин, А. А. Терпигорев // Техника и оборудование для села. — 2016. — № 5. — С. 31–34.

УДК 631.432.4

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ БАКЛАЖАНОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ ЮГА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, ndubenok@mail.ru

Лебедев Денис Андреевич, младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, denislebedev992@gmail.com

Аннотация: Изучены закономерности роста и формирования ранних баклажанов при использовании капельного орошения в южных районах Московской области. Полученные данные помогают не только контролировать состояние посадок, но и прогнозировать их продуктивность, а также совершенствовать агротехнические методы выращивания.

Ключевые слова: баклажан, капельное орошение, фотосинтетический потенциал, площадь листовой поверхности, урожайность.

Введение. Формирование растений представляет собой сложную систему взаимосвязанных процессов, зависящих от внешней среды. Использование современных технологий возделывания даёт возможность контролировать параметры среды обитания растений, что подчёркивает важность анализа воздействия регулируемых переменных на продуктивность агрокультур. Данная проблематика актуальна как для фундаментальной науки, так и для сельскохозяйственного производства. Особого внимания заслуживают изучение и анализ фенологических изменений у баклажанов, культивируемых с применением временных тоннельных укрытий и системой капельного полива, что позволяет добиваться ускоренного созревания. Онтогенез растений отражает качественные преобразования, проявляющиеся в морфологических и функциональных изменениях клеточных структур и тканей. Видовая и сортовая специфика задаёт базовые параметры развития, однако их реализация напрямую зависит от интенсивности и характера экзогенных факторов.

Среди физиологических механизмов, обеспечивающих продуктивность растений, особую роль играет фотосинтетическая деятельность, непосредственно участвующая в синтезе органических соединений. Параметры фотосинтеза, таким образом, служат ключевыми маркерами вегетационных процессов и индикаторами благоприятности среды для сельскохозяйственных растений.

Материалы и методы. В 2022-2024 гг. на экспериментальном участке ООО «Сергиевское», расположенном в Коломенском районе Московской области, изучались методы возделывания баклажанов с использованием временных тоннельных укрытий и системы капельного полива. Цель работы заключалась в усовершенствовании технологии возделывания баклажанов при капельном поливе под временными тоннельными укрытиями в условиях Южного Подмоскovie с целью получения раннего урожая плодов товарного качества не ниже 40 т/га.

В основу эксперимента была положена двухфакторная модель, где первый компонент (А) представлял три градации влажности грунта перед поливом (70%, 80% и 90% от наименьшей влагоемкости), а второй (В) – два варианта минерального питания ($N_{140}P_{70}K_{50}$) и вариант без внесения удобрений). Объектом изучения служил гибрид баклажана «Черный опал», который высаживался рассадой возрастом 55-60 дней с междурядьями 0,7 м и расстоянием в ряду 0,3 м. Мониторинг влажности почвы проводился с использованием тензиометров, а орошение осуществлялось посредством капельной ленты NEO-DRIP с интервалом между капельницами 0,4 м [2].

Такие параметры, как динамика роста листового аппарата, фотосинтетическая мощность и интенсивность фотосинтеза позволяют не только оценить текущее состояние посевов, но и прогнозировать их урожайность, а также разрабатывать рекомендации для оптимизации агротехнических мероприятий [6]. Исследования в этой области имеют важное значение для повышения эффективности сельскохозяйственного производства и устойчивости агроэкосистем.

Методика изучения динамики накопления биомассы предполагала систематический отбор растительных проб с последующей лабораторной обработкой. В начале вегетации отбирались типичные растения, которые маркировались и служили объектом наблюдений на протяжении всего периода роста. Пробы отбирались с пятидневными интервалами для фиксации изменений в развитии растений.

Оценка фотосинтетической продуктивности посадок баклажанов проводилась путем измерения площади листовой поверхности и ее функциональной активности. Интеграция данных за вегетационный сезон позволила рассчитать совокупный фотосинтетический потенциал.

Результаты и обсуждение. Наименьшие показатели накопления растительной биомассы (5,81 т/га за вегетационный период) были зарегистрированы в вариантах с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 70% НВ. Примечательно, что увеличение порога увлажненности почвы до 80% НВ приводило к достоверному приросту количества сухого вещества – от 0,31 до 0,7 т/га в зависимости от сопутствующих факторов. Особенно показательным оказалось влияние минерального питания: применение расчетной дозы удобрений (N₁₄₀P₇₀K₅₀) обеспечивало увеличение массы сухого вещества на 14,5-23,2 % по сравнению с контрольными вариантами[3, 5].

Наиболее впечатляющие результаты (7,86-8,49 т/га сухого вещества) были получены при комбинации дозы удобрений N₁₄₀P₇₀K₅₀ с поддержанием влажности почвы на уровне не менее 80-90 % НВ(таблица 1).

Таблица 1

Закономерности накопления органического вещества посевами баклажанов в зависимости от условий водного и минерального питания, т/га

В зависимости от водного режима почвы								В зависимости от уровня минерального питания				
Дозавнесения мин. удобрений, кгд.в./Га	Уровень ППВ, % НВ	Год				ΔМ		Уровень ППВ, % НВ	Доза внесения мин. удобрений, кг д.в./Га	Среднее, М	ΔМ	
		2022	2023	2024	Среднее, М							
						т/Га	%				т/Га	%
Безудобрений	70	5,7	5,2	6,5	5,8	0,0	0,0	70	б/у	5,8	0,0	0,0
	80	6,1	5,9	6,4	6,1	0,3	5,1		N ₁₄₀ P ₇₀ K ₅₀	6,9	1,1	18,6
	90	6,5	6,2	6,8	6,5	0,7	12,1	80	б/у	6,1	0,0	0,0
N ₁₄₀ P ₇₀ K ₅₀	70	6,9	6,2	7,6	6,9	0,0	0,0		N ₁₄₀ P ₇₀ K ₅₀	7,9	1,7	28,4
	80	7,9	7,1	8,6	7,9	1,0	14,5	90	б/у	6,5	0,0	0,0
	90	8,5	8,0	9,0	8,5	1,6	23,2		N ₁₄₀ P ₇₀ K ₅₀	8,5	2,0	30,8

Развитие листового аппарата у баклажанов продолжалось в течение всего вегетационного сезона. Наблюдения показали, что расширение листовой поверхности отмечалось не только до появления плодов, но и в фазу их активного роста.

На старте исследований размер листьев у рассады баклажанов в среднем не превышал 0,7 тыс. м²/га. К фазе бутонизации этот параметр увеличивался до 6,1-6,5 тыс. м²/га, продемонстрировав прирост на 5,4-5,8 тыс. м²/га. Такая закономерность обеспечила накопление фотосинтетического потенциала в пределах 121-143 тыс. м²·дней/га за период от пересадки до начала цветения. Расхождение между опытными группами составляло не более 22 тыс. м²·дней/га, что указывает на более быстрое формирование листьев при оптимальном питании и поливе (рисунок 1).

Пиковые значения площади листовой поверхности (33,2 тыс. м²/га) и биомассы (8,49 т/га) были зафиксированы при поддержании влажности почвы на уровне 80-90% НВ и введении комплексных удобрений (N₁₄₀P₇₀K₅₀). Данный агрофон позволил достичь максимальной урожайности качественных плодов – 44,6-46,2 т/га.

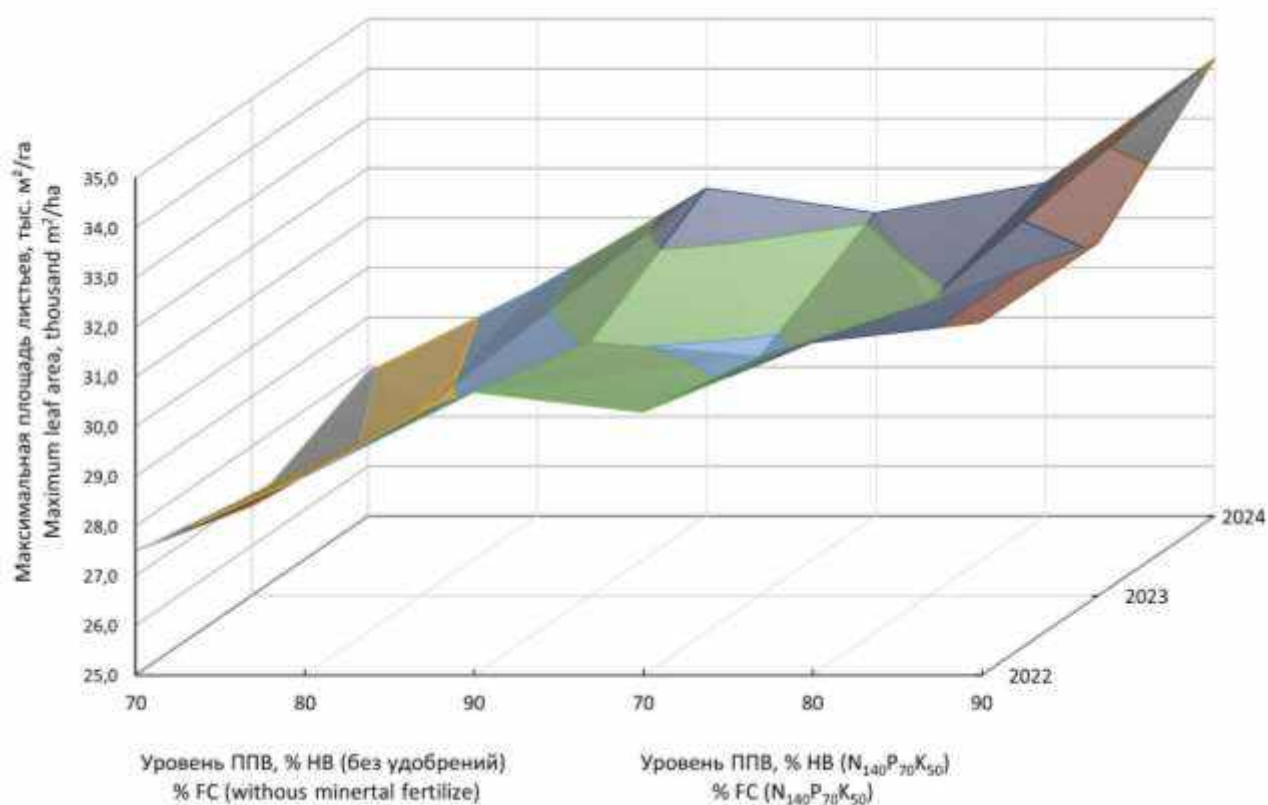


Рис.1 Максимальная площадь листьев баклажан по вариантам опыта

Наибольшая эффективность фотосинтетических процессов в посевах наблюдалась при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-90% от полной влагоемкости и применении минеральных удобрений в дозировке N₁₄₀P₇₀K₅₀ [7].

Урожайность плодов определялась в прямой зависимости от изученных физиологических показателей, находясь в довольно широких пределах - от 26,4 до 46,2 т/га. Максимальные значения (44,4-46,2 т/га) были получены при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-90% НВ в сочетании с применением минеральных удобрений. При этом повышение влажности с 70% до 80% НВ обеспечивало увеличение урожайности в среднем на 19,9%, что свидетельствует о чрезвычайно высокой чувствительности баклажанов к водному режиму. Еще более значимый эффект наблюдался при применении минеральных удобрений, которые обеспечивали прибавку урожая на 25,6-32,0% по сравнению с неудобренными вариантами [1].

Закключение.Проведённые исследования показали, что сбалансированное сочетание оптимального водного режима и минерального питания играет решающую роль в повышении продуктивности баклажанов при выращивании под плёчными укрытиями с капельным орошением в условиях Московской области. Как показали экспериментальные данные, поддержание предполивной влажности почвы в пределах 80-90% НВ на фоне внесения минеральных удобрений в дозе N₁₄₀P₇₀K₅₀ обеспечивает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений, что выражается в максимальном накоплении сухой биомассы (до 8,49 т/га) и достижении рекордной урожайности на уровне 44,6-46,2 т/га, превышающей плановые показатели.

Полученные результаты имеют практическую значимость, так как позволяют оптимизировать агротехнику возделывания баклажанов. Рациональное сочетание орошения и минерального питания является ключевым условием для получения стабильно высоких урожаев баклажанов в условиях Центрального Нечерноземья [4].

1. Добрачев Ю.П., Соколов А.Л. Модели роста и развития растений и задача повышения урожайности // Природообустройство. 2016. № 3. С. 90-96.
2. Дубенок Н.Н., Лебедев Д.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания баклажан в тоннельных укрытиях при капельном орошении для получения ранней продукции в условиях Юга Московской области // Мелиорация будущего: тренды, инновации и технологии в сельском хозяйстве: матер. Международ. Форума молодых ученых, посвящ. 100-летию образования ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова (Москва, 28-29 марта 2024 г.). М.: ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2024. С. 137-142.
3. Кизяев Б.М., Бородычев В.В. Эффективность минерального питания овощных культур при капельном орошении // Плодородие. 2016. № 5(92). С. 18-21.
4. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. М.: Изд-во МГУ, 2019. 480 с.
5. Михайлова Е.Е., Бородычев В.В. Капельное орошение и особенности минерального питания свеклы столовой // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3(47). С. 118-125.
6. Основные факторы активизации фотосинтетической деятельности и урожайность моркови столовой при орошении стационарными дождевальными системами спринклерного типа / А.С. Овчинников, С.А. Дусарь, В.В. Бородычев, А.А. Мартынова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3(47). С. 64-73.
7. Шабанова М.Ш., Магомедова Д.С., Курбанов С.А. Баклажан: совершенствование технологических приемов // Картофель и овощи. 2021. №6. С. 26-28.

УДК 630*4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА

Гниненко Юрий Иванович, канд. биол. наук, ФГБОУ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва, yuiivgnin-2021@mail.ru

Шакирова Аделя Дамировна, ведущий инженер лаборатории защиты леса от инвазивных и карантинных организмов отдела защиты леса, ФБУ ВНИИЛМ, Россия, г. Пушкино, adella-ela@yandex.ru

Аннотация: В статье представлены результаты исследования влияния гриба-возбудителя мучнистой росы (*Erysiphealiphitoides*) на выживаемость и состояние популяции непарного шелкопряда (*Lymantriadispar*). Эксперимент включал оценку воздействия различных концентраций патогена в корме на гусениц вредителя. Установлено, что мучнистая роса оказывает дозозависимое негативное влияние на все стадии развития непарного шелкопряда. При увеличении концентрации патогена в корме наблюдается возрастание смертности особей. Полученные результаты имеют важное практическое значение для разработки методов биологической защиты от непарного шелкопряда.

Ключевые слова: непарный шелкопряд, *Lymantriadispar*, мучнистая роса, *Erysiphealiphitoides*.

Введение

Особую актуальность в современных вопросах защиты леса приобретает изучение взаимодействия различных патогенов и вредителей между собой. На территории России уже более века наблюдается массовое поражение дубрав мучнистойросой

(возбудитель болезни мучнисторосяный гриб *Erisyphealiphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam.). За прошедшее столетие данный вид успешно адаптировался к местным условиям и в настоящее время широко распространен во всех регионах произрастания дуба.[1].

Еще до момента инфицирования мучнистой росой, дуб подвергается воздействию различных фитофагов, среди которых особое место занимает непарный шелкопряд (*Lymantria dispar*). Отмечается сильное поражение дубовых насаждений мучнистой росой после объедания листвы непарным шелкопрядом в первой половине лета.[1]. Мучнистая роса, поражая листья дуба своими токсинами, существенно изменяет их физиологические процессы, что приводит к снижению иммунитета у взрослого дерева к воздействию других вредителей и болезней, за счет нарушения процессов фотосинтеза.[2].

Будучи одной из причин сильного развития мучнистой росы, непарный шелкопряд также успевает взаимодействовать с ней начиная с 3 возраста гусениц. Однако, ранее никогда не проводились исследования по оценке влияния патогена на популяцию непарного шелкопряда.

Согласно данным ФБУ «Рослесозащита» в 2025 году в 18 субъектах Российской Федерации были выявлены очаги непарного шелкопряда, общая площадь очагов составила 1,35 млн. га. В связи с этим разработка новых средств защиты, в том числе и биологических, остается актуальной задачей.

Целью нашего исследования являлось установление влияния гриба-возбудителя мучнистой росы в корме на выживаемость и состояние популяции непарного шелкопряда.

Материал и методика

Для достижения поставленной цели из отродившихся гусениц было сформировано 3 исследуемых группы и контроль. Каждая группа включала 5 стерильных чашек Петри. В каждой чашке содержалось 50 гусениц. Общая численность исследуемых особей в каждой группе составила 250 единиц.

Каждый вариант получал корм в виде искусственной питательной среды с добавлением разной доли примеси муки из листьев дуба, пораженных мучнистой росой. Предполагалось, что увеличение концентрации муки из листьев, пораженных мучнистой росой в корме приведет к ослаблению гусениц и их высокой смертности в сравнении с контрольной группой, которую кормили чистой искусственной питательной средой (ИПС). Начало опыта 27 января 2025 года.

Результаты и обсуждение

На начальном этапе исследования наблюдается максимальная смертность особей в контрольной группе, в то время как в экспериментальных вариантах, с внесением муки из листьев дуба в ИПС, данный показатель существенно ниже.

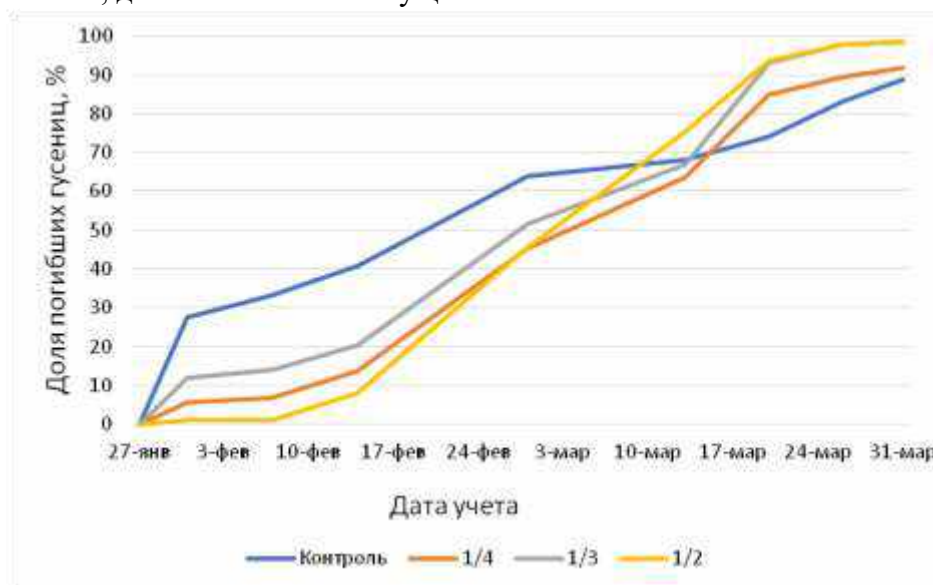


Рис.1 Динамика гибели гусениц в исследуемых группах

В период с 31.01 по 28.02 отмечается постепенное увеличение смертности во всех группах, однако в контрольных чашках этот показатель остается значительно выше (с 27,6% до 64,8%).

К завершению эксперимента (13.03–31.03) наблюдается инверсия данной тенденции: отмечается связь между увеличением концентрации муки из листьев дуба в корме и повышением процента гибели гусениц. При этом в группе с концентрацией 1/2 (98,4%) и 1/3 (98,4%) наблюдается максимальная летальность, превышающая контрольные показатели (88,8%).

Уже на этом этапе можно отметить негативное влияние мучнистой росы на непарного шелкопряда. При увеличении ее доли в корме наблюдается существенное повышение смертности гусениц в конечной фазе эксперимента.

Однако для полной оценки ситуации необходимо рассмотреть демографические показатели популяции и определить общую долю погибших особей.

Для этого целесообразно провести анализ выживаемости популяции на завершающей стадии жизненного цикла – при выходе взрослых особей. Количество успешно вылупившихся бабочек позволит нам рассчитать реальную долю погибших насекомых и оценить общее влияние мучнистой росы на всю популяцию непарного шелкопряда. (Таблица 1).

Таблица 1

Результаты влияния различных концентраций мучнистой росы на выживаемость непарного шелкопряда

Доля мучнистой росы в ИПС	Число гусениц в начале опыта, шт.	Число бабочек, шт.	Доля погибших особей, %
Контроль	250	10	96
1/4	250	5	98
1/3	250	0	100
1/2	250	3	98,8

Контрольная группа демонстрирует крайне высокую естественную смертность (96%), что характерно для многих насекомых-вредителей на стадии кризиса вспышки массового размножения.

Экспериментальные группы показывают ещё более высокую летальность: (98-100%)

Проведенное исследование подтверждают данные, полученные Игнатовой В.В. в 2020 году, где при кормлении гусениц непарного шелкопряда листьями дуба, заражёнными мучнистой росой, доля погибших особей в исследуемой группе составила 96,73% в контроле и 94,46%.

Заключение

Проведенное исследование позволило установить наличие негативного влияния мучнистой росы на все стадии развития непарного шелкопряда. Полученные результаты полностью подтверждают выдвинутую гипотезу о том, что добавление муки из листьев дуба, пораженных мучнистой росой, действительно оказывает негативное влияние на онтогенез непарного шелкопряда, особенно при высоких концентрациях.

В ходе эксперимента было установлено, что воздействие мучнистой росы носит дозозависимый характер: с увеличением концентрации патогена в корме наблюдается возрастание смертности особей. Однако, этот процесс не линейный. Что требует дальнейшего повторения опыта. При этом даже минимальные концентрации мучнистой росы в корме оказывают значимое влияние на выживаемость непарного шелкопряда.

Полученные результаты имеют важное практическое значение для разработки методов биологической защиты от непарного шелкопряда.

Библиографический список

1. Власов А.А. Мучнистая роса дуба // Болезни сосны и дуба и борьба с ними в питомниках и культурах. М.-Л., Гослесбумиздат, 1955. С. – 43-100.
2. Хвасько, А. В. Влияние мучнистой росы на ростовые и физиологические процессы дуба черешчатого / А. В. Хвасько, В. Б. Звягинцев // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 1. Лесное хозяйство. – 2005. – № 13. – С. 244-246.
3. Изменения границ ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantriadispar* и *Lymantriamonacha*, *Lymantriidae*, *Lepidoptera*), обусловленные глобальным потеплением: модельный подход / В. В. Ясюкевич, С. Н. Титкина, Е. А. Давидович, Н. В. Ясюкевич // Зоологический журнал. – 2013. – Т. 92, № 11. – С. 1377.
4. Методика проведения мероприятий по профилактике возникновения очагов опасных видов вредных лесных организмов, в том числе с применением пестицидов / Ю. И. Гниненко, А. Г. Раков, Р. И. Гимранов [и др.]. – Пушкино : Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2022. – 44 с.
5. Игнатова, В.В. Влияние мучнистой росы дуба на состояние самосева и на гусениц непарного шелкопряда: бакалаврская выпускная квалификационная работа / В.В. Игнатова. – Москва, 2020.

УДК: 551.588 (571.7)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Соколов Матвей Андреевич, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, Matveysokolik@ya.ru

Безбородов Юрий Германович, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, д.т.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ubezborodov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье анализируется деградация земель Приморского края в 2020–2024 гг. Рассматриваются антропогенные (сельское хозяйство, промышленность) и природные факторы, влияющие на ухудшение состояния почв. Оцениваются последствия деградации для экологии и экономики региона. Предлагаются меры по предотвращению дальнейшего ухудшения и восстановлению земель.

Ключевые слова: деградация земель, Приморский край, антропогенное воздействие, сельское хозяйство, восстановление.

Введение

Приморский край обладает разнообразным земельным фондом. За последние пять лет наблюдается ухудшение качества земель из-за снижения плодородия, эрозии и загрязнения. Основные факторы деградации: изменение климата, интенсивная хозяйственная деятельность и нерациональное землепользование. Интенсивное сельское хозяйство, вырубка лесов, загрязнение и урбанизация нарушают структуру почвы, а также снижают ее биологическую активность. Природные процессы такие как, оползни, паводки, засухи усиливаются климатическими изменениями. Совокупность этих факторов негативно сказывается на экологическом балансе региона и требует комплексного анализа и контроля [1]. Этими проблемами в разное время рассматривались такими учеными как: Н.Н. Жарикова, М.В. Евдокимова, М.М. Суржик.

Актуальность исследования деградации земель Приморского края обусловлена увеличением площади деградированных земель, ухудшением качества почв и последствиями этих процессов для экосистем и экономики региона. За период с 2020 по 2024 год наблюдается устойчивое ухудшение состояния земель, что требует нахождения системного подхода к их восстановлению и последующей защите.

Целью данной работы является анализ факторов деградации земель в Приморском крае за последние пять лет, оценка влияния антропогенных и природных факторов на почвы региона и предложение мер по улучшению состояния земельных ресурсов.

Методика проведения исследований

За период с 2020 по 2024 год в Приморском крае наблюдается устойчивый рост площади деградированных земель, что свидетельствует о продолжающемся ухудшении состояния земельных ресурсов региона.

Согласно данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, площадь деградированных земель в Приморском крае увеличилась с 370 тыс. га в 2020 году до 450 тыс. га в 2024 году. Это соответствует росту на 21,6% за пять лет [2].

Эрозионные процессы продолжают прогрессировать: площадь эродированных земель возросла с 160 тыс. га в 2020 году до 200 тыс. га в 2024 году, что составляет увеличение на 25%.

Загрязнение почвы пестицидами и другими химическими веществами также увеличивается. Площадь загрязнённых земель возросла с 120 тыс. га в 2020 году до 160 тыс. га в 2024 году, что составляет рост на 33,3%.

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур связано с ухудшением качества почвы. К 2024 году снижение урожайности составило 17% по сравнению с нормой, что указывает на серьёзные проблемы с состоянием почв.

Несмотря на усилия по борьбе с незаконной вырубкой лесов, площадь вырубленных лесов постепенно уменьшается. С 2020 по 2024 год площадь вырубленных лесов снизилась с 55 тыс. га до 35 тыс. га, что отражает положительные изменения в лесной политике региона.

Площадь восстановленных земель увеличилась с 25 тыс. га в 2020 году до 45 тыс. га в 2024 году, что свидетельствует о начале активных восстановительных мероприятий [2].

Результаты и обсуждение

Продолжающаяся деградация земель в Приморском крае требует комплексных мер по охране и восстановлению земельных ресурсов.

Антропогенная деятельность, включая сельское хозяйство, лесозаготовки, промышленное загрязнение и урбанизацию, ускоряет деградацию почв и усугубляет ее последствия.

В сельском хозяйстве интенсивное использование химических удобрений и пестицидов загрязняет почву, ухудшает ее структуру и снижает биологическую активность. Повторное возделывание одних и тех же культур истощает почву и способствует эрозии.

Неустойчивые лесозаготовки разрушают лесной покров, снижая защитные функции почвы и увеличивая эрозию.

Промышленные предприятия загрязняют почву тяжелыми металлами, нефтепродуктами и химикатами, создавая токсичные условия.

Урбанизация приводит к застройке земель, фрагментации экосистем и потере плодородных почв.

Таблица 1

Ключевые антропогенные факторы деградации и их влиянием на почвы Приморского края

Вид деятельности	Воздействие на почвы	Последствия
Интенсивное сельское хозяйство	Истощение питательных веществ, химическое загрязнение, нарушение	Снижение плодородия, эрозия, дегумусация

	структуры почвы	
Лесозаготовки	Утрата растительного покрова, разрушение структуры почвы	Повышенная эрозия, оползни, деградация водного режима
Промышленное загрязнение	Накопление тяжелых металлов, нефтепродуктов и химикатов	Токсичность, снижение биологической активности, ухудшение качества почвы
Урбанизация	Уничтожение почвенного слоя, фрагментация ландшафта	Потеря земель сельскохозяйственного и природного назначения

Антропогенные факторы являются основным драйвером деградации земель в Приморском крае, требующим разработки и внедрения комплексных мер по снижению их негативного воздействия (таблица 1).

Для снижения темпов деградации земель в Приморском крае необходимо комплексное применение природоохранных, агротехнических и административных мер. В первую очередь важна организация рационального использования земельных ресурсов с учетом их природных особенностей и потенциальной устойчивости [3]. В сельском хозяйстве необходимо внедрение методов севооборота, органического земледелия и снижения химической нагрузки на почвы, что позволит сохранить их плодородие и биологическую активность.

Лесное хозяйство должно предусматривать восстановление вырубленных участков и строгий контроль за нелегальными вырубками, чтобы сохранить лесной покров и поддержать водно-экологический баланс региона. Важной мерой является создание защитных лесных полос и укрепление склонов с помощью посадки многолетних растений, что уменьшит эрозионные процессы.

Промышленные предприятия обязаны соблюдать экологические нормы, снижать выбросы загрязняющих веществ и проводить рекультивацию нарушенных земель. В городском планировании необходимо предусматривать минимизацию застройки сельскохозяйственных и природных территорий, а также развитие «зеленой инфраструктуры» для сохранения почвенного покрова.

Государственные и муниципальные органы должны усиливать контроль за соблюдением земельного законодательства, стимулировать внедрение инновационных экологических технологий и проводить образовательные программы для пользователей земель [4]. В перспективе целесообразно разработать региональные программы мониторинга состояния земель и прогнозирования рисков их деградации.

Эффективная борьба с деградацией земель в Приморском крае требует скоординированных усилий всех заинтересованных сторон и внедрения современных научно обоснованных подходов к управлению земельными ресурсами. Это позволит сохранить природный потенциал региона и обеспечить устойчивое развитие экономики и экологии.

Заключение

Деградация земель Приморского края за последние пять лет представляет серьёзную экологическую и экономическую проблему. Основными причинами являются как природные процессы, так и значительное антропогенное воздействие — интенсивное сельское хозяйство, лесозаготовки, промышленное загрязнение и урбанизация. Эти факторы приводят к ухудшению структуры и плодородия почв, эрозии и загрязнению, что негативно сказывается на экосистемах и сельском хозяйстве региона [5]. Для преодоления сложившейся ситуации необходим комплексный подход, включающий рациональное использование земель, восстановление лесных массивов, снижение химического загрязнения и усиление контроля за соблюдением природоохранного законодательства. Только совместные усилия государства, бизнеса и общества могут обеспечить сохранение и восстановление земельных ресурсов Приморского края, что является важным условием устойчивого развития региона и сохранения природного баланса.

Библиографический список

1. Жарикова Н.Н. Агрохимические параметры плодородия пахотных луговых дифференцированных почв Приморского края в условиях длительного сельскохозяйственного использования / Н.Н. Жарикова // Агрохимия. – 2023. – № 2. – С. 45–52. – URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?a=Agro2302013Zharikova> (дата обращения: 25.05.2025).
2. **Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.** Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в 2020 году. — Москва, 2021. — 48 с. — Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/b5c/hd3g9hmoh09001ukt8hugw29q9bxfum3.pdf>. — Дата обращения: 26.05.2025.
3. Почвенный покров Приморского края и масштабы его деградации / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ecoportal.su/public/region/view/770.html> (дата обращения: 25.05.2025).
4. Деградация агроландшафтов и почв юга Дальнего Востока и их экологические последствия / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kadastr.org/conf/2015/pub/monitprir/degradaciya-agrolandshaftov-yug-dalnego-vostoka.htm> (дата обращения: 25.05.2025).
5. Прогноз экологического состояния земель субъектов Российской Федерации в целях устойчивого развития / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognoz-ekologicheskogo-sostoyaniya-zemel-subektov-rossiyskoy-federatsii-v-tselyah-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 25.05.2025).

УДК 631.363

РЕДКИЕ ВРЕДИТЕЛИ ЛЕСОВ В РОССИИ

Гниненко Юрий Иванович, канд. биол. наук, ФГБОУ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва, yuivgnin-2021@mail.ru

Иванов Василий Александрович, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vsailiy.0624@gmail.com

Аннотация: В статье представлены примеры формирования очагов массового размножения фитофагов, которые отмечены у таких фитофагов, которые имеют довольно широкий ареал, но могут реализовывать вспышки массового размножения только на небольших площадях в отдельных его частях.

Ключевые слова: очаги массового размножения, редкие виды фитофагов, вредители леса.

Введение

В лесах России известно большое число опасных фитофагов, которые во время вспышек массовых размножений причиняют значительный вред. К их числу можно отнести таких филлофагов, как сибирский коконопряд (*Dendrolimussibiricus* Tschetverikov, 1908. (Lepidoptera, Lasiocampidae), непарный шелкопряд *Lymantria dispar* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera, Erebidae), рыжий сосновый пилильщик *Neodiprion sertifer* Geoffroy, 1785 (Hymenoptera, Diorionidae), а также таких ксилофагов, как короед-типограф *Ips typographus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Curculionidae).

Но известно несколько видов фитофагов, которые имея широкий ареал формируют очаги массового размножения на небольших площадях лишь в некоторых его частях.

Целью настоящей статьи является попытка обобщить сведения о некоторых подобных насекомых.

Результаты и обсуждение.

Анализ многочисленных литературных данных, а также отчётных материалов ФБУ Рослесозащита показывает, что в лесах России ежегодно действуют очаги массового размножения многих видов вредителей на площади от 0,5 до 4,0 млн.га. Иногда выявляют очаги таких насекомых, которые мало известны лесопатологам и это приводит к трудностям не только с выбором средств и методов борьбы с ними, но и с определением видовой принадлежности насекомых.

В искусственных посадках липы на территории Республики Башкортостан в 1976-1977 гг. близ п. Красноусольский был обнаружен небольшой очаг ивовой минирующей златки *Trachys minutus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Buprestidae) (Климец, 2018). В 2012 г. очаг уже действовал на площади порядка 1,3 тыс. га. С этого времени очаги златки действуют в этом регионе ежегодно и к настоящему времени он распространился уже на площади 26664,7 га (Гниненко, Иванов, 2024). Эта златка широко распространена от Западной Европы до Сибири, но практически на всём протяжении своего ареала обычно очень редка и, например в Германии и Чехии, включена в число видов, подлежащих охране (Brechtel, Kostenbader 2003).

В сосновых лесах Забайкалья и Монголии довольно часто формирует очаги массового размножения хвойная волнянка *Calliteara abietis* Denis & Schiffermüller, 1775 (syn. *Dasychira abietis*) (Lepidoptera, Erebidae). Она широко распространена в Евразии от Западной Европы до Дальнего Востока, но очаги известны только в этой части её ареала (Амшеев, 1986; Ивлиев, Синчилина Гниненко и др., 2002).

Широко распространён в хвойных лесах Евразии желторотый пилильщик-ткач *Acantholyda flaviceps* Retzius, 1783 (Hymenoptera, Pamphiliidae), однако его очаг массового размножения известен только в кедровниках Томской области, где его личинки повреждали кедр (Гниненко, Хоничев, 2000) в течение нескольких лет на площади более 1,0 тыс. га.

Подобных примеров можно привести много. В случаях с этими фитофагами возникает несколько важных теоретических вопросов. В частности, почему из всей обширной площади ареала этих насекомых очаги они смогли сформировать только в этих регионах? Кроме того, циклы периодичности действия очагов, которые известны для упоминавшихся выше непарного шелкопряда, сибирского коконопряда и др., не проявляются у этих насекомых. Например, очаги ивовой минирующей златки действуют только в Предуралье в течение почти 50 лет и при этом их площадь постепенно увеличивается и нет признаков влияния на неё энтомофагов и болезней. Очаг желтоголового пилильщика-ткача действовал в кедровом бору Томской области в течение нескольких лет, но после его затухания прошло уже более 20 лет и новый очаг более не формируется.

Заключение

Таким образом, в лесных сообществах нередки случаи, когда в них действуют очаги массового размножения таких насекомых, которые ранее не формировали очагов. А выявленные очаги охватывают лишь незначительную часть естественного ареала вида.

Такие ситуации создают существенные трудности для службы лесозащиты, так как требуется провести правильную идентификацию видовой принадлежности выявленного вредителя и принять решение о необходимости проведения мер защиты от него в условиях неполного знания особенностей его биологии и зачастую отсутствия разрешённых средств борьбы.

Библиографический список

1. Амшеев Р.М., Болдаруев В.О. – Надзор и прогнозирование численности вредителей леса. Изд-во БФ АН СССР. Улан-Удэ, 1987, 77 с.
2. Гниненко Ю.И., Леонов Д.С., Леонова Г.С. Белозубчатая волнянка *Calitera (=Dasychira) albodentata* в хвойных лесах Сибири. / Энтомологические исследования в Сибири. Выт 2, КФ РЭО, Красноярск, 2002, с. 140-146.
3. Гниненко Ю.И., Иванов В.А. Ивовая минирующая златка – малоизвестный вредитель липы. / Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 66. – Брянск: БГИТУ, 2024. – С. 145-147.
4. Гниненко Ю.И., Хоничев Н.В. Желторотый пилильщик-ткач в Томской области. / Защита лесов России и перспективы ее развития. Пушкино, МПР, 2000. – С 102 – 103.
5. Ивлиев Л.А., Синчилина Е.М. – Хвойная волнянка (*Dasychira albodentata* Brem.) в лесах Приамурья и ее роль в очагах сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw.). В сб. «Экология насекомых Приамурья», изд. «Наука», 1964, М., с. 62 – 77.
6. Климец Д.А. Особенности экологии и биологии минирующей златки-крошки *Trachys minutus* (Linnaeus, 1758), Buprestidae) – массового вредителя липы в Республике Башкортостан. Уфа, 2018. – 31 с.
7. Brechtel F., Kostenbader H. Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs, Eugen Ulmer Verlag Stuttgart. 2002, - 626 p.

УДК 631.671

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ КУКУРУЗЫ В РЕГИОНЕ ИМБО РЕСПУБЛИКИ БУРУНДИ

Ичитегетсе Инносент, аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, citegetseinnocent@gmail.com

Аннотация: Проведен сравнительный анализ четырех методов расчета эффективных осадков для расчета режима орошения кукурузы по методике ФАО в агроклиматических условиях района Имбо Республики Бурунди. Установлено, что метод USDA S.C. дает наилучшее соответствие расчетных и фактических значений эффективных осадков (73,4 мм), метод ФАО/AGLW – наиболее консервативные (16,4 мм). Рассматриваемые методы расчета эффективных осадков дают различные значения величины вегетационного водопотребления кукурузы в диапазоне от 622,0 мм до 679,0 мм, что, как следствие, приводит к необходимости корректировки величины оросительной нормы, режима орошения, и не может не сказываться на продуктивности кукурузы.

Ключевые слова: эффективные осадки, режим орошения кукурузы, методы расчета, USDA, ФАО.

Введение

Кукуруза является основной продовольственной культурой в Бурунди. Площадь, на которой выращивается кукуруза в Бурунди, составляет 270,755 га (по официальным данным FAOSTAT за 2019 год), что составляет 18.9% от общей площади сельскохозяйственных земель.

Климат региона ИМБО характеризуется бимодальным режимом осадков с выраженными сухим (июнь-сентябрь) и влажным сезонами, что делает орошение критически важным для стабильного производства кукурузы.

Эффективные осадки представляют собой часть общего количества осадков, которая может быть использована растениями для удовлетворения их потребностей в воде [1]. Для

регионов с ярко выраженными влажным и сухим сезонами, таких как Республика Бурунди.

Выбор подходящего метода определения эффективных осадков, при условии осуществления расчетов по методике ФАО, имеет важное значение для установления режима орошения, сроков и норм полива, эффективного орошения в условиях естественного дефицита водных ресурсов [2].

Цель исследования - провести сравнительный анализ различных методов расчета эффективных осадков и оценить их влияние на расчеты режимов орошения кукурузы по методике ФАО в условиях региона Имбо Республики Бурунди.

Материалы и Методы исследования

Исследование проводилось для региона Имбо Республики Бурунди с использованием климатических данных метеостанции BUJUMBURA. Период выращивания кукурузы: посев 15 июня, уборка 12 октября (сухой сезон).

Были проанализированы четыре метода расчета эффективных осадков:

1. Метод Службы охраны почв США (USDA S.C.):

$$P_{\text{эфф}} = P_{\text{месяц}} \cdot (125 - 0,2 \cdot P_{\text{месяц}}) / 125, (\text{при } P_{\text{месяц}} \leq 250 \text{ мм})$$

2. Метод фиксированного процента:

$$P_{\text{эфф}} = 0,8 \cdot P_{\text{месяц}}$$

3. Метод ФАО/AGLW:

$$P_{\text{эфф}} = 0,6 \cdot P_{\text{месяц}} - 10 (\text{при } P_{\text{месяц}} > 70 \text{ мм})$$

4. Метод эмпирической формулы:

$$P_{\text{эфф}} = P_{\text{месяц}} \cdot (1.253 - 0.0023 \cdot P_{\text{месяц}}) - 2.93$$

Расчеты водопотребления кукурузы выполнены с использованием программы CROPWAT 8.0 по методике ФАО [3].

Результаты и Обсуждения

В период выращивания кукурузы (июнь-октябрь) в регионе исследования выпадает 76 мм осадков, что составляет лишь 9,6% от годовых осадков (797 мм). Это обосновывает необходимость интенсивного орошения в данный период.

Применение различных методов к климатическим условиям Бурунди дало значительно различающиеся результаты (таблица 1). Метод USDA S.C. показал наибольшую эффективность использования осадков (96,6%), тогда как метод ФАО/AGLW - наиболее консервативный подход (21,6%).

Таблица 1

Эффективные осадки по различным методам расчета

Месяц	Фактические осадки, мм	USDA S.C., мм	80%, мм	ФАО/AGLW, мм	Эмпирическая, мм
Июнь	7	6,9	5,6	0,0	0,0
Июль	3	3,0	2,4	0,0	0,0
Август	12	11,8	9,6	0,0	1,0
Сентябрь	34	32,2	27,2	10,4	12,0
Октябрь	20	19,5	16,0	6,0	8,0
Всего	76	73,4	60,8	16,4	21,0

Различия в оценках эффективных осадков существенно влияют на расчетные потребности в орошении (таблица 2). Метод ФАО/AGLW требует дополнительно 57 мм оросительной воды по сравнению с методом USDA S.C., что составляет 9,2% увеличения потребности в орошении.

Таблица 2

Влияние методов расчета на потребности в орошении кукурузы

Метод расчета	Эффективные осадки, мм	Потребность в орошении, мм	Увеличение от USDA, %
USDA S.C.	73,4	622,0	-
80% от осадков	60,8	634,6	2,0
ФАО/AGLW	16,4	679,0	9,2
Эмпирическая формула	21,0	674,4	8,4

Сравнение режимов орошения показало, что метод USDA S.C. требует 5 поливов общей нормой 789,6 мм (брутто), тогда как метод ФАО/AGLW - 6 поливов общей нормой 907,5 мм, что на 117,9 мм (14,9%) больше.

Несмотря на значительные различия в потребностях орошения, влияние на прогнозируемую урожайность оказалось минимальным при правильном планировании поливов. Все методы обеспечивают относительную урожайность от 99,6% до 100,0%, что указывает на отсутствие водного дефицита при адекватном водообеспечении.

Анализ полученных результатов показывает, что рассматриваемые методы расчета эффективных осадков дают различные значения величины вегетационного водопотребления кукурузы в диапазоне от 622,0 мм до 679,0 мм, что, как следствие, приводит к необходимости корректировки величины оросительной нормы, режима орошения, и не может не сказываться на продуктивности кукурузы.

Метод USDA S.C. демонстрирует преимущества для условий Бурунди: максимальное использование естественных осадков (96,6%), минимальные потребности в оросительной воде, учет принципов почвозащитного земледелия и адаптивность к климатической изменчивости. Метод ФАО/AGLW обеспечивает высокую надежность водообеспечения и консервативный подход к планированию, что подходит для коммерческого производства с низкой толерантностью к риску.

Практические рекомендации по применению: для мелких фермерских хозяйств - метод USDA S.C. (минимизация затрат на орошение); для коммерческого производства - метод ФАО/AGLW (снижение рисков потери урожая); при ограниченных водных ресурсах - эмпирическая формула как компромиссное решение.

Выводы

1. Анализ четырех методов расчета эффективных осадков показал значительные различия в оценках: от 16,4 мм (ФАО/AGLW) до 73,4 мм (USDA S.C.) за вегетационный период кукурузы.

2. Рассмотренные методы расчета эффективных осадков дают различные значения величины вегетационного водопотребления кукурузы в диапазоне от 622,0 мм до 679,0 мм, что, как следствие, приводит к необходимости корректировки величины оросительной нормы на 57 мм (9,2%), режима орошения, и не может не сказываться на продуктивности кукурузы.

3. Для условий Республики Бурунди рекомендуется метод USDA S.C. как обеспечивающий оптимальный баланс между эффективным использованием естественных осадков и надежностью водообеспечения растений.

Библиографический список

1. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements // FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome: FAO, 1998. 300 p.
2. Мелиорация земель: учебник / А. И. Голованов, И. П. Айдаров, М. С. Григоров, 2. В. Н. Краснощеков. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 816 с. — ISBN

978-5-8114-1806-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65048> (дата обращения: 25.05.2025)
3.Roja, M., Deepthi, C., &Devender Reddy, M. (2020). Estimation of crop water requirement of maize crop using FAO CROPWAT 8.0 model.Indian J PureApplBiosci, 8, 222-228.

УДК 630*521+630*524.1

ФОРМА И МАТЕРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СТВОЛОВ В СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Гостев Владимир Викторович, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.gostev@rgau-msha.ru

Аннотация: Для сосны и ели Костромской области разработаны новые таксационные нормативы на основе анализа модельных деревьев и пробных площадей. Впервые применено уравнение образующей ствола для региона и предложена технология инвентаризации со смартфоном/LiDAR, экономящая время и обеспечивающая точность. Новые нормативы показывают увеличение выхода крупной деловой древесины (до 30% для сосны, 28% для ели) и точности определения объема по диаметру и высоте (до 10,9% для сосны, 5,0% для ели), а также рост бюджетных поступлений на 10-15%, способствуя рациональному использованию ресурсов.

Ключевые слова: образующая древесного ствола, сосновые древостои, еловые древостои, Костромская область, материальная структура

Форма древесного ствола зависит от биологических свойств вида деревьев, а также множества факторов внешней и внутренней среды, которые действуют в различных направлениях и не всегда учитываются. Изучение формы стволов в различных природно-климатических условиях в зависимости от таксационной характеристики древостоев позволяет решать многие задачи, связанные с точностью учёта объема древесины и выхода сортиментов.

Такие факторы, как распространенность незаконных рубок, определение углерододепонирующего потенциала лесов, вычисление объема крупных древесных остатков требуют детального изучения формы стволов деревьев лесообразующих пород для оптимизации определения запасов древесины, материальной структуры древостоев, выхода сортиментов. В условиях интенсивного лесопользования и текущего изменения климата требуется разработка новых региональных таксационных нормативов и эффективных алгоритмов получения количественных и качественных показателей древесных ресурсов на основании закономерностей формы стволов лесообразующих пород и современных способов инвентаризации лесных насаждений.

Костромской область относится к южнотаёжному району европейской части России. Экономика региона на протяжении длительного времени неразрывно связана с ведением лесного хозяйства и лесопромышленным комплексом [1]. Леса Костромской области являются источником высококачественной древесины. В перечень главных лесообразующих пород области входит сосна обыкновенная (*Pinussylvestris* L.), и ель, представленная преимущественно гибридными формами (*Picea × fennica*) [2]. Актуальным является вопрос разработки для основных лесообразующих пород региона новых таксационных нормативов и оптимизации существующей методики проведения лесоинвентаризационных работ.

В исследовании применяется методология, основанная на результатах анализа стволов модельных деревьев сосны и ели, а также инструментальной таксации временных пробных

площадей. Полученные данные подвергались математическому и статистическому анализу с применением методов моделирования.

Впервые для древостоев сосны и ели Костромской области с применением уравнения образующей древесного ствола разработаны новые нормативы для таксации лесов, включающие таблица сбег, таблицы объема стволов по двум измерениям, таблицы материальной оценки стволов [3-5]. Впервые для отечественных лесотаксационных исследований предложена технология инвентаризации древостоев с применением смартфона, оборудованного мобильным LiDAR, позволяющая оптимизировать трудовые и временные затраты и обеспечивающая требуемую к инструментальной таксации точность измерений диаметров на высоте 1,3 м [6-7].

Для сосновых древостоев Костромской области применение апробированных на региональных данных уравнений образующей древесного ствола показывает, что выход крупной деловой древесины в древостоях 1б, 1а, 1, 2, 3 разрядов высот выше до 30% по сравнению с действующими нормативами, для крупной деловой древесины в древостоях ели 1а, 1, 2, 3 разрядов высот – до 28%. Обеспечиваемая точность и скорректированный подход к определению выхода деловой древесины, дров и отходов будут способствовать рационализации использования стволов и получению более ценных сортиментов. Использование при материально-денежной оценке лесосек разработанных нормативов позволяет увеличить поступления в бюджеты различных уровней при использовании лесов для заготовки древесины в среднем на 10-15%.

Применение модели будет способствовать увеличению точности определения объемов стволов по двум измерениям (диаметр на 1,3 м и высота) на величину до 10,9% для сосны и до 5,0% для ели по сравнению с действующими нормативами, применяемыми в Костромской области.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01016, <https://rscf.ru/project/23-76-01016/>.

Библиографический список

1. Bronisz K., Zasada M. (2020). Taper models for black locust in west Poland / K. Bronisz, M. Zasada // *Silva Fennica* – 2020. – vol. 54. – № 5. – article id 10351. – DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.10351>
2. Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Чистяков С.А. Ход роста древостоев в еловых типах леса заповедника «Кологривский лес» // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*, 2023. № 1(70). С. 81-90. DOI: 10.34655/bgsha.2023.70.1.011.
3. Лебедев А.В., Гемонов А.В., Селиверстов А.М. Фенотипическая структура и разнообразие популяций ели заповедника "Кологривский лес" // *Природообустройство*, 2022. № 1. С. 109-116. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-109-116
4. Шевелев, С. Л. Таксация объемов стволов и запасов древостоев ельников Енисейского края / С. Л. Шевелев, Н. Н. Кулакова, М. Н. Ефремова // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. – 2023. – № 63. – С. 108-111.
5. Sharma M. Variable-exponent taper equations for jack pine, blackspruce, and balsam fir in eastern Canada / M. Sharma, S.Y. Zhang // *For EcolManag* – 2004. – №198. – P. 39–53. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.03.035>
6. Newberry J.D. Variable-form stem profile models for loblolly pine / J.D. Newberry, H.E. Burkhart // *Canadian Journal Forest Research*. – 1986. – № 16. – P. 109-114. – DOI: 10.1139/x86-018.
7. Дубенок Н. Н., Лебедев А. В., Гостев В. В. Модель образующей древесного ствола сосны обыкновенной (*Pinussylvestris*L.), произрастающей в Костромской области //

Лесотехнический журнал, 2023. Т. 13. № 4.1(52). С. 5-22. DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.4/3.

8. Дубенок Н. Н., Лебедев А. В., Гостев В.В. Образующая, форма и объем стволов деревьев ели Костромской области // Хвойные бореальной зоны, 2024. Т. 42. № 4. С. 23-32. DOI 10.53374/1993-0135-2024-4-23-32.

УДК 630*165.62

ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ – ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pinussylvestris* L.) В КОВРОВСКОМ РАЙОНЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Двойченков Кирилл Игоревич, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ, kirilldv7@mail.ru

Лебедев Александр Вячеславович, д.с.-х.н., доцент, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ, alebedev@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе представлено краткое описание памятника природы – географические культуры сосны обыкновенной (*Pinussylvestris* L.) в Ковровском районе Владимирской области. На экспериментальном участке площадью около 30 га испытываются популяции из 90 пунктов происхождения семян с территории СССР. Места происхождения семян охватывают широкий диапазон климатических условий Евразии. Осуществление дальнейших исследований в географических культурах будет возможно при сохранении коллекции климатипов сосны.

Ключевые слова: интродукция, сосна скрученная, лесные культуры, Московская область.

Географические культуры сосны обыкновенной в Ковровском районе Владимирской области заложены в 1976 году на территории площадью около 30 га [4]. В 3 этапа были высажены посадочный материал из 90 географических пунктов бывшего СССР (рисунок 1). Посадки были произведены на суходольном луге в виде рядов, расстояние между рядами около 5 метров. Это расположение способствовало формированию смешанного лесолугового типа ассоциации, включающей в свой состав не только лесные, но и луговые виды растений (одноярусные древесные насаждения с задернованными участками между рядами с посадками и деревьями). Схема расположения опытных делянок показана на рисунке 2. В 2002 году территория вошла в состав региональной ООПТ – Памятник природы «Географические культуры сосны».

Географические культуры во Владимирской области занимают ровный участок местности, соседствующий с юга с лугом, а с других направлений – лесным массивом. Южнее территории находится верховья долины р. Колпь. Почвенный покров на территории представлен дерново-среднеподзолистыми и дерново-сильноподзолистыми супесчаными и песчаными почвами (согласно исследованиям Лесной почвенно-химической производственной станции).

Участок, занятый географическими культурами, расположен на значительном удалении от населенных пунктов и оживленных дорог. Также в данной местности отсутствует сельскохозяйственное пользование. Наиболее опасные антропогенные факторы, которые могут влиять на культуры – пожары и незаконная вырубка деревьев.

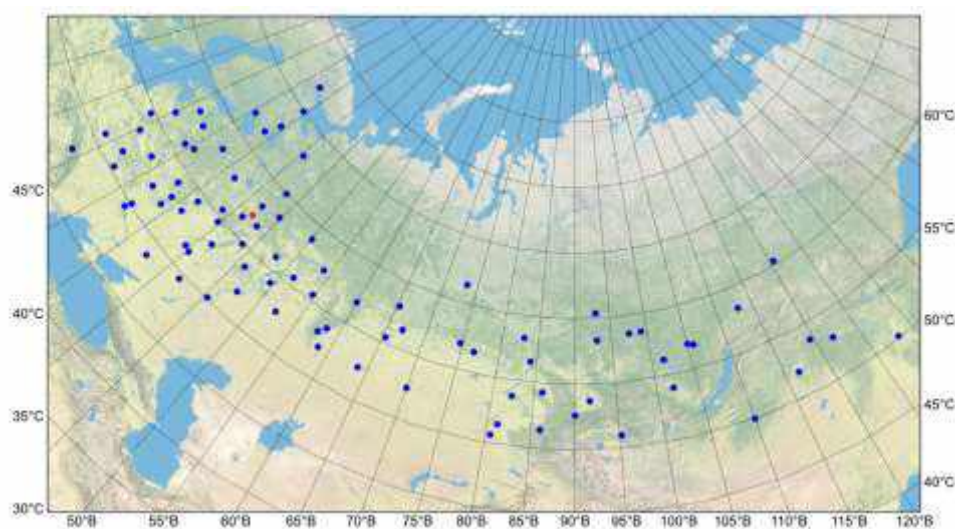


Рис. 1 Географические пункты происхождения семян (синие точки) и расположение экспериментального участка (красная точка)



Рис. 2 Схема расположения опытных деланок

Сводные данные о средних высотах и диаметрах деревьев в 17 лет были представленных в работе А.М. Shutyaev и М. Giertych [5]. На основании обследования, выполненным Вахромеевым И.В. в 2000 году, было отмечено 2 экотипа сосны, которые сильно отличаются по морфологическим признакам от типичных форм – семенной материал из Мурманской и Орловской области, которые могут рассматриваться как подвиды *Pinussylvestris*. Таким образом, географические культуры могут рассматриваться не только как опытная площадка для проведения экологических исследований, но и как источник получения семенного материала для осуществления новых посадок и дальнейших исследований.

Требуется проведение дальнейших работ по изучению популяций сосны на данном объекте, поскольку это поможет научно обосновать наиболее перспективные климатотипы для выращивания в зоне хвойно-широколиственных лесов европейской части России,

разработать рекомендации по переборке семян в условиях изменяющего климата и др. [1, 2, 3]. Осуществление дальнейших исследований в географических культурах Ковровского района Владимирской области будет возможно при сохранении коллекции климатипов сосны.

Библиографический список

1. Кузьмин С.Р., Кузьмина Н.А. Закономерности роста климатипов сосны обыкновенной в разных почвенных условиях в географических культурах // Сибирский экологический журнал. – 2023. Т. 30, № 5. С. 692-704. DOI: 10.15372/SEJ20230510.
2. Лебедев А.В. Методы моделирования реакции деревьев на климатические изменения по данным испытаний географических культур // Сибирский лесной журнал. 2025. № 2. С. 3-19. DOI: 10.15372/SJFS20250201.
3. Наквасина Е.Н., Юдина О.А., Прожерина Н.А., Камалова И.И., Минин Н.С. Географические культуры в генэкологических исследованиях на европейском Севере. Архангельск: Сев. (Аркт.) фед. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2008. 308 с.
4. Проказин Е.П. Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
5. Shutyaev A.M., Giertych M. Height growth variation in a comprehensive Euroasian provenance experiment of *Pinussylvestris* // SilvaeGenetica. 1997. V. 46. Iss. 6. P. 332–349.

УДК 631.363

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОМ ОРОШЕНИЯ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Попов Иван Дмитриевич, аспирант 1 курса кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kadet35-texnar@mail.ru
Научный руководитель: **Пчелкин Виктор Владимирович**, д.т.н., профессор

Аннотация: В статье представлены результаты многолетних исследований, направленных на оптимизацию режимов капельного орошения столовой свеклы (*Betavulgaris* L.) в условиях Нечерноземной зоны России. На основе анализа почвенно-климатических характеристик региона, динамики влажности почвы и физиологических параметров растений разработаны модели водопотребления культуры. Установлено, что дифференцированный режим орошения с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 70–80% НВ в фазу всходов и 75–85% НВ в период формирования корнеплодов обеспечивает повышение урожайности на 23–27% и увеличение сахаристости на 1,8–2,4% по сравнению с традиционными методами. Результаты работы имеют практическое значение для реализации ресурсосберегающих технологий в зоне рискованного земледелия.

Ключевые слова: капельное орошение, столовая свекла, водный режим, Нечерноземная зона, продуктивность, влажность почвы.

Введение

Нечерноземная зона Российской Федерации охватывает значительные территории, характеризующиеся преобладанием дерново-подзолистых и серых лесных почв с низким естественным плодородием, высокой кислотностью и невысоким содержанием гумуса (Ляпустин, 2016; Шикалов, 2019). Климат данной зоны отличается неравномерным распределением осадков как в пространственном, так и во временном аспекте, что обуславливает периодические засушливые условия в вегетационный период (Романенко, 2021). Эти факторы, в сочетании с коротким вегетационным периодом, накладывают серьезные ограничения на продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе столовой свеклы.

Свекла столовая (*Betavulgaris* L.) — культура, требовательная к влагообеспеченности, особенно в критические фазы роста: всходы, формирование корнеплода и накопление сахаров (Соколов, 2017). Дефицит влаги в эти периоды может приводить к снижению урожайности на 20–30% и ухудшению качества продукции (Мартынов, 2020). Исследования, проведенные в условиях Нечерноземной зоны, показывают, что орошение способствует не только стабилизации урожая, но и повышению содержания сахаров и витаминов в корнеплодах (Громов, 2018).

Одним из наиболее эффективных методов полива в условиях Нечерноземной зоны является капельное орошение. Оно позволяет обеспечивать равномерное и дозированное увлажнение корневой зоны растений, снижать потери воды на испарение и поверхностный сток, а также регулировать водно-воздушный режим почвы (Кузнецов, 2015). В условиях легкосуглинистых и супесчаных почв региона применение капельного полива предотвращает переувлажнение и вымывание элементов питания, что особенно важно для сохранения почвенного плодородия и обеспечения оптимального роста растений.

Таблица 1

Виды и назначение поливов овощных культур (по Е.Г. Петрову с уточнениями С.С. Ванеяна)

Вид полива	Назначение и условия применения	Культура, зона	Норма, м ³ /га
Вегетационный	Создание оптимального уровня увлажнения корнеобитаемого слоя почвы в течение вегетации	Все культуры, во всех зонах	150–400 (300–500)*
Влагозарядковый	Создание запасов воды во всем корнеобитаемом слое почвы до посева или посадки; применяется при отсутствии естественной влагозарядки, особенно для летних посевов	Все культуры, преимущественно в южных зонах	400–600
Провокационный	Вызов всходов сорняков с последующим их уничтожением механическими средствами перед посевом (посадкой)	Все культуры позднего срока посева (посадки)	200–300
Предпосевной	Создание условий для дружных всходов и приживания рассады при пересушенном верхнем слое почвы	Мелкосеменные культуры	200–300 (400–600)**
Послепосевной	Стимулирование	Все посевные	50–100 (400–

	появления дополнительных всходов; проводится до массового прорастания, исключая образование почвенной корки	культуры, во всех зонах	600)**
Посадочный	Обеспечение приживаемости рассады; проводится одновременно с посадкой и повторяется через 2–5 дней	Культуры, возделываемые рассадным способом	150–200 (400–600)**
Освежительный	Снижение температуры воздуха, растений и почвы в жаркие часы; увлажнение воздуха	Капуста, салат, огурец, пряновкусовые и зеленные культуры	20–50
Удобрительный (фертигация)	Подкормка минеральными удобрениями, растворенными в поливной воде; совмещается с вегетационными поливами	Все культуры, нуждающиеся в подкормке	150–250 м ³ /га; удобрений 50–200 кг/га
Противо-заморозковый	Предотвращение или ослабление воздействия заморозков	Теплолюбивые культуры (томат, огурец и др.)	20–50
Промывной	Вымывание солей из корнеобитаемого слоя на засоленных почвах	Культуры в южных зонах	1500–2000 (до 6000–8000)***

Примечания:

*Значение в скобках — максимальная норма для засушливых условий.

**Значение в скобках — норма для тяжелых суглинистых почв.

***Норма зависит от степени засоления почвы: 1500–2000 м³/га — слабое засоление; 6000–8000 м³/га — сильное засоление.

Несмотря на очевидные преимущества капельного орошения, его широкое внедрение в Нечерноземной зоне сдерживается рядом факторов. Основными проблемами являются недостаток научно обоснованных режимов полива, учитывающих водно-физические свойства почв, дефицит качественных оросительных систем и высокая стоимость их установки и обслуживания. В условиях меняющегося климата также актуальны исследования по оптимизации параметров орошения с учетом прогнозируемых изменений температурного и осадочного режима.

Целью настоящей работы является научное обоснование параметров капельного орошения для повышения продуктивности и качества столовой свеклы в условиях Нечерноземной зоны России. В ходе исследования планируется определить оптимальные нормы и частоту поливов, адаптированные к агроклиматическим условиям региона, а также оценить влияние различных режимов орошения на урожайность, биохимический состав и технологические качества корнеплодов. Данное исследование может стать основой для разработки рекомендаций по внедрению капельного орошения в овощеводческих хозяйствах региона, способствуя повышению эффективности использования водных ресурсов и адаптации сельскохозяйственного производства к климатическим изменениям.

Агроклиматические условия и водный режим столовой свеклы

Нечернозёмная зона Российской Федерации представляет собой обширный регион, охватывающий значительную часть европейской территории страны. Она включает в себя такие экономические районы, как Центральный, Северо-Западный, Волго-Вятский и часть Уральского, и характеризуется разнообразием природно-климатических условий, оказывающих существенное влияние на сельскохозяйственное производство.

Почвенные условия

Почвенный покров Нечернозёмной зоны преимущественно представлен дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами. Дерново-подзолистые почвы формируются под смешанными и хвойными лесами в условиях избыточного увлажнения и характеризуются выраженной подзолистостью профиля, что обусловлено вымыванием элементов питания в нижние горизонты. Эти почвы обладают низким естественным плодородием, повышенной кислотностью (рН 4,5–5,5) и содержанием гумуса не более 2,5–3,0%

Климатические особенности

Климат Нечернозёмной зоны умеренно континентальный, с тенденцией к увеличению континентальности с запада на восток. Среднегодовое количество осадков варьируется от 700–750 мм на северо-западе до 400–500 мм на востоке и юго-востоке региона. Большая часть осадков выпадает в летний период, однако их распределение по сезонам и территориям неравномерно, что создает риски возникновения как избыточного увлажнения, так и засушливых условий в разные годы. Вегетационный период, характеризующийся среднесуточными температурами выше 10 °С, длится от 100 дней на северо-востоке до 140 дней на юго-западе зоны. Сумма активных температур за этот период изменяется от 1400–1500 °С на востоке до 2000–2200 °С на западе. Такая краткость вегетационного периода ограничивает выбор возделываемых культур и требует использования скороспелых сортов, способных завершить цикл развития в условиях ограниченного тепла.

Гидрологические условия

Гидрологический режим Нечернозёмной зоны определяется сочетанием климатических факторов и почвенных характеристик. Избыточное увлажнение в весенний период, обусловленное таянием снегов, часто приводит к переувлажнению почв и затоплению низинных участков, что затрудняет проведение полевых работ и негативно сказывается на состоянии озимых культур. В летний период возможны как избыточные осадки, приводящие к заболачиванию, так и их дефицит, вызывающий засухи, особенно в критические фазы развития растений.

Агроклиматические риски и их влияние на сельское хозяйство

Сельскохозяйственное производство в Нечернозёмной зоне сталкивается с рядом агроклиматических рисков, среди которых наиболее значимыми являются:

- **Низкая теплообеспеченность:** ограничивает выбор возделываемых культур и требует использования сортов с коротким вегетационным периодом.
- **Избыточное увлажнение весной:** затрудняет проведение посевных работ и повышает риск развития грибковых заболеваний.
- **Засухи в летний период:** особенно опасны в фазы цветения и налива зерна, приводят к значительному снижению урожайности.
- **Низкое естественное плодородие почв:** требует систематического внесения удобрений и проведения мелиоративных мероприятий для поддержания продуктивности.

Для столовой свеклы (*Beta vulgaris* L.), являющейся одной из важных корнеплодных культур региона, указанные агроклиматические условия представляют особую сложность. Дефицит влаги в критические фазы развития, такие как всходы (10–15 день) и формирование корнеплода (30–60 день), может привести к нарушению процессов фотосинтеза, снижению массы корнеплодов и ухудшению их качества вследствие накопления грубых волокон. В условиях Нечернозёмной зоны, где климатические условия и почвенные характеристики часто не обеспечивают оптимального влагообеспечения, применение орошения становится

необходимым агротехническим приемом для стабилизации и повышения урожайности столовой свеклы.

Эффективность капельного орошения в условиях Нечерноземья. Капельное орошение, в отличие от традиционных методов (дождевание, поверхностный полив), обеспечивает точечное увлажнение корневой зоны (глубина 20–40 см) с КПД использования воды до 90–95% [3]. Это особенно актуально для легкосуглинистых и супесчаных почв, которые составляют 65% пахотных земель зоны и отличаются низкой влагоудерживающей способностью (менее 15% НВ) [6]. Исследования подтверждают, что капельный полив снижает потери влаги на испарение на 25–30% по сравнению с дождеванием, предотвращая формирование поверхностной корки и улучшая аэрацию почвы.

Дифференцированные режимы орошения

Оптимизация режимов полива требует учета фазовых потребностей культуры в воде. Так, в фазу всходов поддержание влажности почвы на уровне 70–75% НВ обеспечивает равномерную всхожесть и развитие первичной корневой системы. В период интенсивного роста корнеплода (30–60 день) увеличение влажности до 80–85% НВ способствует клеточному растяжению и синтезу сахаров, что подтверждается повышением урожайности на 18–22%. На этапе созревания (60–90 день) снижение влажности до 65–70% НВ минимизирует риск растрескивания корнеплодов и накопления нитратов.

Интеграция с системами фертигации

Совмещение капельного орошения с фертигацией позволяет синхронизировать подачу воды и удобрений, повышая эффективность минерального питания. По данным внесения NPK (15:15:15) в фазу формирования корнеплода увеличивает содержание сахаров на 1,8–2,2% и снижает долю деформированных корнеплодов до 5%. Однако успешность фертигации зависит от точности расчета поливных норм, учитывающих гидравлическую проводимость почвы и динамику влажности.

Экономические и экологические аспекты

Внедрение капельного орошения в Нечерноземной зоне сопряжено с высокими капитальными затратами (120–150 тыс. руб./га), однако срок окупаемости не превышает 3–4 лет за счет роста урожайности на 25–30% и снижения водопотребления на 20%. Экологический эффект проявляется в сокращении вымывания азота и фосфора в грунтовые воды на 40–50%, что особенно важно для зон с высокой антропогенной нагрузкой [5].

Библиографический список

1. Ляпустин В.Ю. Агроклиматические условия Нечерноземья. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. — 234 с.
2. Шикалов П.А. Почвенно-климатические особенности Нечерноземной зоны РФ. — СПб.: Наука, 2019. — 178 с.
3. Романенко Н.С. Влияние климатических факторов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Агрофизический журнал. — 2021. — №3. — С. 15–22.
4. Соколов А.Н. Орошение и его влияние на продуктивность овощных культур. — Казань: Аграрное издательство, 2017. — 206 с.
5. Мартынов Ю.В. Водообеспеченность сельхозкультур в условиях Нечерноземья // Вопросы мелиорации. — 2020. — №2. — С. 8–14.
6. Громов П.Д. Свекловодство: перспективные технологии. — Воронеж: Агроиздат, 2018. — 312 с.
7. Кузнецов В.П. Капельное орошение: теория и практика. — М.: КолосС, 2015. — 290 с.

ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

*Левшунов Иван Александрович, соискатель кафедры сельскохозяйственных мелиораций
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХ имени К.А. Тимирязева, cdtmkfyeirf@yandex.ru*

*Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор кафедры
сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, Российский
государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ndubenok@mail.ru*

Аннотация: выращивание и возделывание суданской травы как весьма привлекательной культуры с точки зрения высоких урожаев сена и зелёной массы по сравнению с другими однолетними кормовыми культурами, в том числе и в условиях орошения в восточной части Беларуси.

Ключевые слова: режим орошения, суммарное водопотребление, минимальный межполивной интервал, поливная норма, оросительная норма. суданская трава.

Важнейшим фактором оптимизации агроландшафтов и интенсификации сельскохозяйственного производства является мелиорация почв. Без устранения причин, лимитирующих почвенное плодородие, невозможно полностью реализовать достижения в области сельского хозяйства и других наук. Мелиорация почв позволяет оптимизировать условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, в результате этого культурные растения получают возможность полностью реализовать свой биологический потенциал. В восточной части Беларуси мелиорированные земли составляют порядка 30 % на которых производится более половины кормов для животноводства.

Мелиорация почв является не только важнейшей составляющей земледелия в целом, но и мощным способом воздействия на конкретный агроландшафт, так и на сопряжённые территории. Орошение или осушение, которые осуществляются без учёта почвенно-литологических условий территорий, когда почва рассматривается лишь как объект, куда необходимо подать или отвести воду, приводят к печальным последствиям. В результате мы имеем ухудшение эколого-мелиоративной обстановки.

Однако опыт ведения сельского хозяйства свидетельствует об эффективности ведения орошаемого земледелия. Такое ведение сельского хозяйства в восточной части Беларуси во многом зависит от характера естественного увлажнения почв. В процессе жизнедеятельности на создание 1 г сухого вещества культурные растения расходуют от 300 до 1000 г воды, поэтому от содержания доступной влаги в почве зависит урожайность сельскохозяйственной культуры [1].

Общая площадь земель восточной части Беларуси составляет 2534,911 тыс. га, в том числе всего сельскохозяйственных земель около 1177,825 тыс. га, пахотных около 862,261 тыс. га, луговых земель 302,926 тыс. га, из них улучшенных луговых земель 152,027 тыс. га. [2].

Животноводство, это одна из важнейших отраслей сельского хозяйства, эффективность развития которого во многом зависит от достаточной кормовой базы. Поэтому повышение качества заготавливаемых кормов, снижение их стоимости и потерь – одна из задач, которая может быть решена внедрением передовых технологий заготовки кормов с соблюдением соответствующих требований. Зелёный корм, это один из видов кормов, используемых в рационе сельскохозяйственных животных.

Среднегодовое количество осадков для восточной части Беларуси составляет порядка 600-700 мм, но их распределение по периодам не равномерно [3]. Об этом свидетельствуют результаты анализа метеорологических условий периода вегетации суданской травы (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия периода вегетации суданской травы за 2020 – 2022 гг. в условиях УООК «Тушково-1»

Годы исследования	Осадки		Суммы среднесуточных температур		Суммы дефицитов влажности воздуха		ГТК (за вегетационный период)
	мм	% от нормы	°С	% от нормы	мб	% от нормы	
2020	415	121,8	2378	100,3	700	83,6	1,64
2021	371	108,9	2478	104,5	940	112,3	1,14
2022	309	90,7	2366	99,8	847	101,2	1,04

Так 2020 год был избыточно увлажнённым по атмосферным осадкам и оптимальным по температуре, 2021 год был оптимальным по увлажнению и теплообеспеченности, 2022 год оказался слабозасушливым и тёплым

Таким образом Анализ метеорологических условий в районе, где проводились исследования, показывает, что погода в этом регионе является благоприятной и район в климатическом отношении и пригоден для выращивания, а также получения высоких и устойчивых урожаев суданской травы. Однако неравномерное распределение метеорологических элементов внутри периода вегетации зачастую приводит к существенному нарушению водного режима почв опытного участка в результате чего, в отдельные годы требуется проведение оросительных мелиораций.

Для изучения водного режима суданской травы использовался сорт «Пружанская», РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси». Суданская трава выращивалась на зелёную массу. Исследования проводились в условиях УООК «Тушково-1».

В таблице 2 представлена динамика предполивной влажности почвы в слое 0-40 см почвогрунта на посевах суданской травы.

Таблица 2

Предполивная влажность почвы в % НВ на вариантах с суданской травой (средние данные за годы исследований)

Вариант опыта	Слой почвы, см	полив			
		1	2	3	4
70 % НВ	0-40	71	70		
80 % НВ	0-40	80	80	80	81
Без орошения	0-40	76	69	63	57

Своевременным проведением вегетационных поливов нам удалось во все годы проведения исследований поддерживать влажность почвы на уровнях, предусмотренных схемой опыта.

В таблице 3 приведены данные поливного режима суданской травы в среднем за годы исследований. Анализируя данные таблицы, приходим к выводу, что увеличение уровня предполивной влажности почвы приводит к увеличению оросительной нормы и количеству поливов. Но в тоже время снижаются поливные нормы и сокращаются межполивные периоды.

Таблица 3

Поливной режим суданской травы

Вариант	Число	Поливная	Оросительная	Минимальный	Суммарное

опыта	поливов	норма, мм	норма, мм	межполивной интервал, сут	водопотребление, мм
70 % НВ	2	35	70	24	417,0
80 % НВ	4	24	96	16	472,2

Суммарное водопотребление суданской травы увеличивается с увеличением влажности почвы. Предварительно сделанный анализ использования доз удобрений в сочетании с орошением позволяет сделать положительный вывод о минимальных затратах для получения единицы урожая.

Библиографический список

1. Дубенок Н.Н., Несват А.П. Элементы ресурсосберегающих технологий орошения суданской травы на южномурале / Н.Н. Дубенок, А.П. Несват // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 4 (24). С. 27-29
2. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь: по состоянию на 1 января 2023 г. – Минск: Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь 2023. – 58 с.
3. Лихацевич А.П., Стельмах Е.А. Оценка факторов формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне. – Мн.: ООО «Белпринт», 2002. – 212 с.

УДК 634.22:631.67

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ МОЛОДОГО ВИШНЁВОГО САДА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Калмыкова Екатерина Сергеевна, аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kalmukova.es@rgau-msha.ru

Дубенок Николай Николаевич, научный руководитель, академик РАН, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ndubenok@mail.ru

Аннотация: Одним из способов экологически безопасного полива является капельное орошение, которое также позволяет повысить качество и выход продукции сельскохозяйственных и плодовых культур. Целью работы являлось изучение влияния различной влагообеспеченности почвы на рост и развитие молодого сада вишни, выращиваемого в условиях Нечерноземной зоны России. Исследования проводили на землях учебно-опытного хозяйства лаборатории плодоводства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в 2023 и 2024 г. Результаты полевого опыта показывают, что для более рационального использования поливной воды рекомендуется применение режима орошения с поддержанием влажности почвы в диапазоне 80...100 % НВ с глубиной промачивания 50 см.

Ключевые слова: капельное орошение, поливная норма, осадки, плодовый сад, вишня.

Рост и плодоношение плодовых культур взаимосвязаны с биотическими и абиотическими условиями природной среды, такими как водный, тепловой и питательный режимы почвы. В садоводстве при наступлении засухи, которая в Центральной Нечерноземной зоне России во время вегетационного периода может быть связана с неравномерностью распределения выпадающих осадков в течение сезона, происходит сокращение активной поверхности корневой системы плодовых деревьев, что приводит к

ослаблению поглощения воды и минеральных солей из почвы [2].

Процесс выращивания плодовых культур происходит довольно длительное время, поэтому важным аспектом в садоводстве является создание благоприятных условий для произрастания возделываемой культуры [1]. Рост и плодоношение плодовых культур взаимосвязаны с биотическими и абиотическими условиями природной среды, такими как водный, тепловой и питательный режимы почвы, которые непрерывно изменяются в пространстве и времени. Эффект от неблагоприятных условий не ограничивается одним годом, а продолжается длительное время. К примеру, от недостатка влаги в корнеобитаемом слое почвы снижаются темпы роста и развития растений, а также устойчивость возделываемой культуры к болезням, вредителям и зимним заморозкам. Плодовые культуры – многолетние растения, поэтому недостаток влаги длительное время негативно влияет на развитие и плодоношение выращиваемых культур. Для уменьшения риска иссушения почвы в течение вегетативного периода необходимо производить полив.

При поливе плодовых культур в садах, как правило, используют поверхностное орошение, дождевание и микроорошение. Наиболее распространенный метод полива – поверхностный, так в молодых садах выкапывают 1-2 борозды по обеим сторонам ряда, в уже плодоносящих садах – по одной борозде. Подача воды определяется в промежутке от 0,3 до 1,5 л/с исходя из длины борозды, уклона территории и плотности почвы. При подаче воды и дальнейшем заполнении борозды оросительная вода равномерно увлажняет почву, улучшает газообмен в активном слое почвы, создавая оптимальные условия для роста и приживаемости растений [1].

Орошение дождеванием – один из самых удобных способов полива сада, где отсутствуют каналы, возможная полная механизация в течение выращивания плодовых насаждений, подача оросительной воды может быть более точной, в сравнении с поверхностным орошением. Однако, помимо достоинств данного способа, есть ряд недостатков. Во-первых, высокая стоимость оборудования и энергопотребления, во-вторых, сложное использование на склоновых землях, в-третьих, сложность при расчетах необходимой поливной воды.

Экономия поливной воды при орошении сельскохозяйственных культур без ущерба для урожайности – один из важных вопросов современного садоводства. Для решения данной проблемы основной упор приходится на разработку все новых способов и техник орошения, одним из них является капельное.

На основании многолетних исследований и производственного опыта установлено, что при капельном орошении создается возможность непрерывного снабжения растений водой и элементами питания. Дозированная подача воды в течение всего вегетационного периода в соответствии с водопотреблением орошаемой культуры позволяет создать оптимальный режим влажности в корнеобитаемом слое почвы и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур. Капельное орошение обеспечивает экономию поливной воды на 60-70% по сравнению с поливом по двум бороздам, с увлажнением 75% площади и на 70-80% по сравнению со сплошным увлажнением почвы при традиционных способах полива [7].

В результате исследования, проводимого в центральном Нечерноземье, было выявлено, что благодаря использованию капельного полива, саженцы сливы сортов «Машенька» и «Утро» были обеспечены доступной влагой с растворенными питательными веществами в корнеобитаемой зоне, что существенно влияло на развитие посадочного материала, и расположение корневой системы на небольшой глубине и вдоль капельной линии. Это привело к меньшей их поврежденности при пересадке [5,6].

К настоящему времени теоретические и экспериментальные исследования по капельному орошению плодовых садов для зоны Центрального Нечерноземья являются фрагментарными [4] или не проводились. В связи с этим целью работы являлось изучение влияния различной влагообеспеченности почвы на рост и развитие молодого вишневого сада, выращиваемого в условиях Нечерноземной зоны России.

Материал и методика исследований. Исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодородства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в 2023 и 2024 г. Полевой опыт заложен согласно общепринятой в опытном деле методике [3] по двухфакторной схеме: фактор А – уровень поддерживаемой влажности почвы в диапазоне: 60...80, 70...90, 80...100 % НВ (наименьшая влагоемкость) и контроль без полива; фактор Б – сорт вишни: «Волочаевка» и «Молодежная». Исследования выполнены в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение. Динамика среднесуточной температуры воздуха, относительной влажности воздуха, количества выпавших осадков и влажности почвы по вариантам опыта в 2023 и 2024 г. показали, что в 2023 г. наиболее засушливые периоды отмечались во второй декаде мая, во второй декаде июня, первой декаде августа и второй декаде сентября, когда выпадало наименьшее количество осадков или они отсутствовали совсем. В 2024 наиболее засушливый период был отмечен в третьей декаде мая и с третьей декады августа по третью декаду сентября, то есть в 2024 году засушливым оказался завершающий месяц вегетационного периода.

При уровне поддерживаемой влажности почвы в диапазоне: 60...80% НВ в 2023 году был произведен один полив, в диапазоне: 70...90% НВ – шесть поливов, в диапазоне: 80...100% НВ – восемь поливов. В 2024 году при уровне поддерживаемой влажности почвы в диапазоне: 60...80% НВ было произведено пять поливов, в диапазоне: 70...90% НВ – 6 поливов, в диапазоне: 80...100% НВ – семь поливов.

Наибольшие значения для оросительной нормы были получены на наиболее увлажняемых вариантах. На значение оросительной нормы оказало влияние равномерность распределения осадков в течение вегетационного периода. Результаты наблюдений показывают, что повышенная влажность почвы приводит к большему водопотреблению, следовательно, происходит увеличение расхода воды на поддержание такого уровня влажности почвы. В таких вариантах происходит возрастание значений оросительных норм за счет увеличения числа поливов.

Заключение. Результаты полевого опыта показывают, что для более рационального использования поливной воды и получения высококачественного посадочного материала сливы в питомнике рекомендуется использование режима орошения с поддержанием влажности почвы в диапазоне 80...100 % НВ с глубиной промачивания в первый год – 30 см и на второй год – 40 см. При таком режиме орошения наблюдаются максимальные значения диаметра штамба, высоты саженцев и площади листовой поверхности. Также в данном варианте орошения наблюдается максимальный выход стандартных саженцев.

Библиографический список

1. Апажев, А.К. Инновационные технологии и техника орошения садов / А.К. Апажев, Ю.А. Шекихачев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2021. – № 1(31). – С. 73-79.
2. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с/
4. Дубенок, Н.Н. Особенности применения малообъемного орошения для выращивания саженцев плодовых культур в условиях различных природно-климатических зон России / Н.Н. Дубенок, Е.С. Калмыкова, А.В. Гемонов // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 7-10.
5. Дубенок, Н.Н. Параметры контуров увлажнения при капельном орошении саженцев сливы в плодовом питомнике / Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев Особенности

// Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата. 2020. С. 21-25

6. Дубенок, Н.Н. Влияние капельного орошения на рост и развитие саженцев сливы в питомнике в условиях Центрального Нечерноземья России / Н. Н. Дубенок, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2020. – № 4. – С. 6-11.
7. Овчинников, А.С. Капельное орошение яблоневого сада интенсивного типа на дерново-подзолистых почвах Московской области / А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, Д.Е. Кучер, А.В. Шуравилин // Известия НВ АУК. 2016. №2 (42). С. 211-220.

УДК 630*4

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОСЛАБЛЕНИЯ И УСЫХАНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гостева Д.Ю., аспирант, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, d.gosteva@rgau-msha.ru

Аннотация: Статья посвящена анализу причин ослабления еловых насаждений Московской области под воздействием комплекса факторов: антропогенных, абиотических и биотических. Взаимодействие этих факторов приводит к усыханию ельников, накоплению сухостоя и валежа, ухудшению санитарного состояния. Анализ данных с 19 пробных площадей показал четкую закономерность: по мере увеличения степени повреждения насаждений возрастает доля деревьев, относящихся к 5-й (наихудшей) категории санитарного состояния.

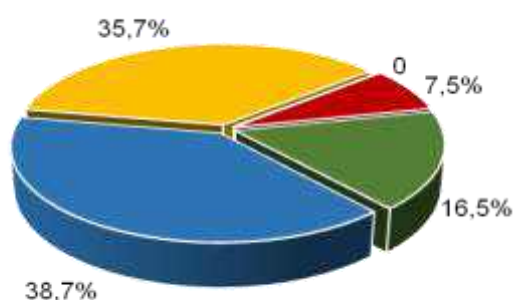
Ключевые слова: ель обыкновенная, Московская область, санитарное состояние лесов

Среди основных факторов, вызывающих ослабление еловых насаждений Подмоскovie, можно выделить антропогенное воздействие, последствия опасных гидрометеорологических явлений, нерациональное лесопользование, повреждение болезнями и заселение вредителями стволов деревьев [1]. Хозяйственная деятельность человека оказывает существенное влияние на леса Подмоскovie (загрязнение атмосферного воздуха токсичными выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, утилизация бытового и строительного мусора на землях лесного фонда, расширение городских территорий, нарушение правил пожарной и санитарной безопасности в лесах и др.) [2]. В условиях изменения климата отмечается увеличение частоты аномальных погодных явлений, что негативно сказывается на устойчивости ели к неблагоприятным факторам окружающей среды и влечет за собой образование большого количества ветровальной и буреломной древесины на территории государственного лесного фонда [3, 4]. Введение ограничений на проведение сплошных рубок спелых и перестойных насаждений в защитных лесах с целью заготовки древесины поспособствовало росту доли перестойных насаждений. Это в последующем привело к аккумуляции сухостойной и валежной древесины, что, в свою очередь, вызвало повышение уровня захламленности лесных территорий. В рамках действующего лесного законодательства осуществление лесохозяйственных мероприятий осложнено в связи с длительным процессом оформления необходимых документов. Это приводит к значительной задержке в проведении санитарно-оздоровительных мероприятий, что снижает их эффективность и своевременность [5]. Серьезную угрозу для спелых еловых древостоев представляет корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), провоцирующая образование центральной гнили [6]. Поврежденные и ослабленные деревья активно повреждаются стволовыми вредителями. Наиболее распространенным вредителем еловых

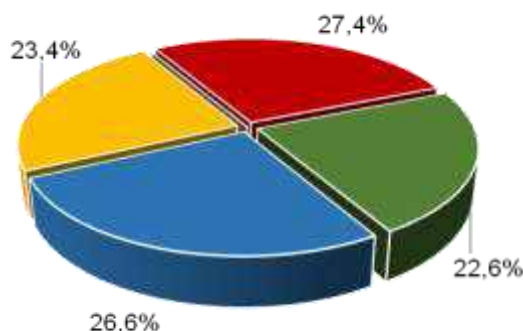
лесов Московской области является короед-типограф (*Ipstypographus*Linnaeus). Короед заселяет ветровальные и буреломные, а также больные и ослабленные деревья. В подобных условиях формируются очаги массового размножения короеда, что нередко приводит к усыханию еловых насаждений [7]. Комплекс абиотических, биотических и антропогенных факторов приводит к ослаблению и гибели ельников Подмосковья и, как следствие, к ухудшению их санитарного состояния.

В исследовании использованы данные 19 пробных площадей, заложенных в хвойных насаждениях Московской области. Еловые древостои, характеризуются средними категориями состояния от ослабленных до погибших. На них проводился сплошной пересчет деревьев по отдельным ступеням толщины и породам с определением категорий санитарного состояния по критериям, обозначенным в Постановлении Правительства Российской Федерации от 09 декабря 2020 года №2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах».

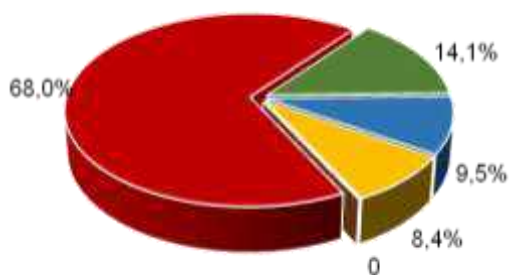
На рисунке 1 представлено распределение числа деревьев ели (%) по категориям санитарного состояния в насаждениях с разной степенью повреждений. Анализ охватывает четыре группы: ослабленные (рис. 1а), сильно ослабленные (рис. 1б), усыхающие (рис. 1в) и погибшие (рис. 1г) насаждения. Для ослабленных насаждений характерно преобладание 2-й (38,7%) и 3-й (37,5%) категорий санитарного состояния. В группе сильно ослабленных наблюдается равномерное распределение: 1-я категория санитарного состояния составляет 22,6%, 2-я – 26,6%, 3-я – 23,4%, а 5-я – 27,4%, что демонстрирует разнородность данной группы. Отмечается тенденция к возрастанию процента деревьев, относящихся к 5-й категории санитарного состояния, среди усыхающих и погибших насаждений. В группе усыхающих эта доля составляет 68,0%, тогда как среди погибших показатель возрастает до 91,3%. Диаграмма наглядно отражает, что с увеличением степени повреждения насаждения (от ослабленных до погибшим) происходит закономерный сдвиг в распределении деревьев по категориям санитарного состояния в сторону преобладания наиболее поврежденных (5-я категория).



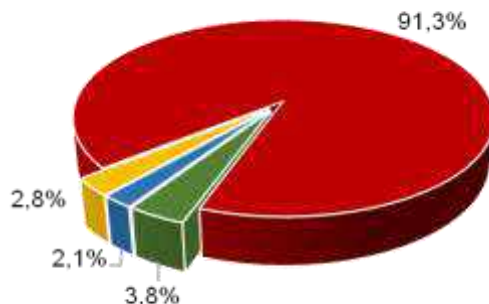
а



б



а



б

Рис.2 Распределение числа деревьев ели (%) по категориям санитарного состояния в насаждениях с разной степенью повреждений а) ослабленные, б) сильно ослабленные, в) усыхающие, г) погибшие. (зеленый цвет – 1 категория санитарного состояния деревьев, синий цвет – 2 категория санитарного состояния деревьев, желтый – 3 категория санитарного состояния деревьев; красный – 5 категория санитарного состояния деревьев)

Библиографический список

1. Кухта, В.Н. Короеды ели европейской и мероприятия по регулированию их численности / В.Н. Кухта, А.И. Блинцов, А.А. Сазанов. – Минск, 2014. – 337 с.
2. Павлов, И. Н. Биотические и абиотические факторы усыхания хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока / И. Н. Павлов // Сибирский экологический журнал. – 2015. – Т. 22, № 4. – С. 537-554. – DOI 10.15372/SEJ20150405.
3. Аспекты регионального зонирования по устойчивости еловых лесов к воздействию засух (на примере Московской области) / В. М. Сидоренков, О. В. Перфильева, Н. И. Лямцев [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 2. – С. 29-38. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.2.03.
4. Лямцев, Н. И. Изменение климата и массовые размножения короеда-типографа в Московском регионе / Н. И. Лямцев, В. М. Сидоренков, Ю. С. Ачиколова // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, Санкт-Петербург, 16–17 мая 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 2024. – С. 198-204. – DOI 10.21178/160524.198.
5. Влияние экологических и социально-экономических факторов на формирование лесов Подмосквья / С. А. Коротков, Л. В. Стоноженко, В. В. Киселева, Ю. Б. Глазунов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2020. – Т. 31, № 1-2. – С. 90-115. – DOI 10.21513/0207-2564-2020-1-90-115.
6. Зуева, Л. В. Влияние корневой губки на сосновые и еловые насаждения в Тверском лесничестве Тверской области / Л. В. Зуева, С. А. Матвеева, Е. А. Андреева // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2022. – № 4(68). – С. 84-92. – DOI 10.26456/vtbio281.
7. Гниненко, Ю. И. Технология комплексной защиты ельников от короеда-типографа с применением энтомофагов и феромонов / Ю. И. Гниненко, И. В. Хегай, Е. А. Чилахсаева. – Пушкино: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2021. – 48 с. – ISBN 978-5-94219-265-5

РОСТ, СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ

Ларюшкина М.С., магистрант кафедры лесоводства, экологии и защиты леса ФГАОУ ВО МГТУ имени Н.Э. Баумана, marialar811@gmail.com

Васильева С.И., магистрант кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sivasileva2002@gmail.com

Мельник П.Г., доцент кафедры лесоводства, экологии и защиты леса ФГАОУ ВО МГТУ имени Н.Э. Баумана, melnik_petr@bk.ru

Аннотация: Изучены особенности роста, состояния, формирования состава и продуктивности лесных культур сосны обыкновенной, созданных методом посадки и посева в Национальном парке «Лосиный Остров» в 1860 году. Насаждения сосны характеризуются хорошим ростом и продуктивностью в 165-летнем возрасте, причём метод посева и посадки имеет близкий лесоводственный эффект.

Ключевые слова: мониторинг зеленых насаждений, сосна обыкновенная, рост древостоя, санитарное состояние, продуктивность

Лосиный Остров по праву является мемориалом искусственного лесовосстановления, здесь в 1844 году прапорщиком Василием Грешнером были выполнены первые в Московской губернии посевы леса [7]. С самого начала искусственного лесовосстановления в Лосином Острове создавали культуры сосны и ели, прочно утвердившиеся главными лесокультурными породами [6]. Причём культуры сосны, как более устойчивые чем еловые, в условиях Подмоскovie представляют значительный интерес, особенно различные географические экотипы, обладающие высокими декоративными качествами и демонстрирующие высокую продуктивность [5].

Для выяснения вопроса особенностей роста, состояния, формирования состава и продуктивности искусственных сосняков, были исследованы спелые насаждения, созданные методом посадки и посева в 1860 году [4]. В результате обработки полевого материала получена таксационная характеристика лесных культур сосны, позволяющая оценить рост, состояние и потенциальную продуктивность этой породы в Национальном парке «Лосиный Остров» при воздействии рекреации.

Господствующей породой на пробной площади МП-13, созданной методом посадки, в 165-летнем возрасте является сосна, её продуктивность составляет 74% от общего запаса, 26% приходится на ель, общий запас 1 яруса 554 м³/га. Во втором ярусе преобладает берёза 42%, липа 40% и дуб 16%, запас 2 яруса 89 м³/га. Подлесок представлен лещиной, рябиной, бересклетом, жимолостью.

На пробной площади МП-12, созданной методом посева, запас 409 м³/га (85 % от общего запаса), запас ели – 71 м³/га (15 %). Во втором ярусе запас липы 80 м³/га, дуба – 44 м³/га, берёзы – 19 м³/га, клёна – 7 м³/га.

Исходя из полученных данных, сосна по продуктивности занимает лидирующие позиции. Насаждения, созданные методом посева и посадки, имеют близкий лесоводственный эффект, на пробной площади МП-12 – 409 м³/га и МП-13 – 419 м³/га. Показатель среднего прироста от 2,48 м³ до 2,54 м³, на пробных площадях, созданных посевом и посадкой этот показатель практически равен. Таким образом, в 165-летнем возрасте культуры сосны характеризуются высоким запасом стволовой древесины и показателями среднего прироста по запасу за год.

Для столь значительного возраста в сосняках не наблюдается признаков распада, что объективно можно оценить, учитывая категории состояния деревьев [1].

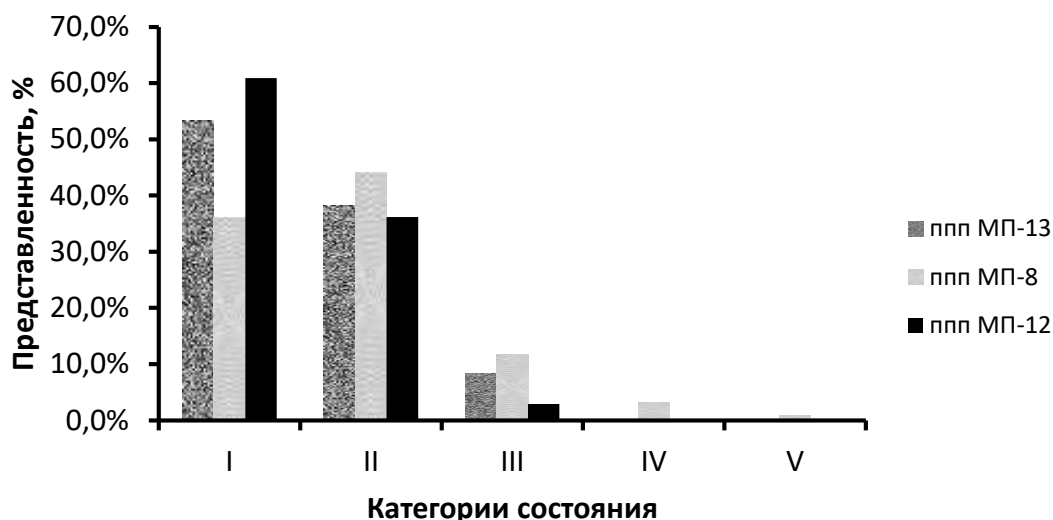


Рис. 1 Распределение деревьев сосны по категориям состояния

Максимальное количество здоровых деревьев составляет 60,9 % на ППП МП-12. Значительная часть (от 36,2 до 44,1 %) относится ко 2-й категории состояния (ослабленные); от 2,9 до 11,8 % – к 3-й категории состояния (сильно ослабленные) (рисунок 1). Усыхающих деревьев на опытных объектах выявлено 3,2%, доля погибших (сухостоя) не превышает 0,8 %. Средневзвешенная категория состояния колеблется от 1,7 до 1,9. В целом санитарное состояние можно считать удовлетворительным, если учесть, что опытные объекты расположены в границах Москвы на незначительном расстоянии от оживленной Московской кольцевой автодороги. Практически аналогичные результаты получены в посевных культурах сосны 1856 г. на ППП МП-8 [3].

Таким образом, выполненные исследования свидетельствуют, что несмотря на сильную антропогенную нагрузку, искусственные насаждения сосны довольно устойчивы и характеризуются в полуторавековом возрасте высокой продуктивностью и положительным приростом. Культуры сосны, созданные методом посева и посадки, существенных различий в росте и продуктивности не имеют. На всех опытных объектах происходит формирование второго яруса, который представлен елью, липой, дубом и клёном, что положительно сказывается на устойчивости культур сосны в условиях крупного мегаполиса. Согласно полученным данным, ель постепенно выпадает из состава насаждения в 1-ом ярусе. Дуб в свою очередь усыхает во 2-м ярусе, и не выходит в первый. Формирование второго яруса происходит в основном за счёт липы и клёна.

За последнее столетие породный состав Национального парка «Лосиный Остров» претерпел значительные изменения. По данным материалов лесоустройств, если в 1926 году хвойные породы составляли 54% площади лесного фонда, то в настоящее время не превышают 20%. Несмотря на то, что сосна обыкновенная в Лосином Острове занимает всего 10 %, эта порода последние 70 лет прочно удерживает свои позиции в национальном парке. Согласно исследованиям С.Ф. Курнаева [2] коренными в Лосином Острове являются только смешанные липово-еловые леса. Однако М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник, А.С. Сухоруков [7] считают здесь коренными древостоями сосняки сложные, т.е. сосновые насаждения с участием дуба, липы и лещины. Они оказались устойчивее в спелом состоянии в отношении их степени расстройств, как от антропогенной нагрузки, так и загрязненности атмосферы средой Московской агломерации. В искусственных сосняках Погонно-Лосиногостовского Острова не столь ясно и выражена смена пород, а у ели же она всегда шла очень интенсивно. Последняя в культурах, созданных крупным посадочным материалом, всегда интенсивно сменялась на липу и лещину. Эти положения подтверждаются и нашими исследованиями.

Библиографический список

1. Кобельков М.Е., Чуканов М.А., Хотин Д.В. Категории состояния основных лесобразующих пород Московской области. – М., 2000. – 40 с.
2. Курнаев С.Ф. Основные типы леса средней части Русской равнины. – М.: Наука, 1968. – 165 с.
3. Мельник П.Г., Гнатовская Т.А., Захариков И.А. Динамика роста и состояние старовозрастного сосняка в Национальном парке «Лосиный Остров» // «Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации»: Всероссийская научно-практическая конференция (20 октября 2020; Пермь). – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. – С. 125-127.
4. Мельник П.Г., Мерзленко М.Д. Національний парк «Лосиний Острів» – найстаріший лісовий масив Східно-Європейської рівнини // Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття: Матеріали наукової конференції, присвяченої 75-річчю Канівського природного заповідника (Канів, 8-10 вересня 1998 р.). – Канів, 1998. – С. 39-40.
5. Мельник П.Г., Савосько С.В., Станко Я.Н., Дюжина И.А., Степанова О.В. Географическая изменчивость продуктивности и физико-механических свойств древесины сосны обыкновенной // Вестник Московского гос. университета леса – Лесной вестник. – 2007. – №6 (55). – С. 33-38.
6. Мерзленко М.Д. В лесных дачах Центральной России. Природно-исторический экскурс: монография. 3-е изд., испр. и доп. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 273 с.
7. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Сухоруков А.С. Лесоводственная экскурсия в Лосиный Остров. – М.: МГУЛ, 2008. – 128 с.

УДК 631.412

ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОГИПСА В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Каракаджиев Алтынбек Сансызбаевич, аспирант кафедры агротехнологии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», alt.karakadzhiev@mail.ru

Аннотация: Исследована эффективность применения фосфогипса как химического мелиоранта для улучшения свойств солонцеватых светло-каштановых почв Астраханской области. Установлено, что внесение фосфогипса в дозах 2–6 т/га способствует снижению объёмной массы почвы до 1,45–1,41 т/м³, и улучшению химических свойств почв.

Ключевые слова: фосфогипс, мелиорация, физико-химические свойства почвы

Введение

Сельское хозяйство в современных условиях сталкивается с многочисленными вызовами, включая стремительное ухудшение качественных характеристик почв, снижение их плодородия и необходимость увеличения урожайности при ограниченных ресурсах [1]. Неудивительно, что исследование методов, позволяющих восстановить деградированные земли и повысить их продуктивность, становится чрезвычайно актуальным. Одним из наиболее перспективных и экологически безопасных решений является применение фосфогипса, являющегося побочным продуктом химической промышленности [2]. Это вещество богато кальцием, серой и фосфором, которые необходимы для полноценного роста и развития растений [3,4].

Астраханская область, где проводились исследования, характеризуется специфическими почвенными и климатическими условиями, что делает применение фосфогипса особенно актуальным. Основной тип почв региона — светло-каштановые аллювиальные почвы, которые подвергаются искушению негативного воздействия различных факторов, включая недостаток воды и питательных элементов. В связи с этим возникла необходимость провести комплексное исследование влияния фосфогипса на агрономические характеристики данных почв.

Цель данного исследования заключается в изучении воздействия фосфогипса на агрофизические и агрохимические свойства светло-каштановых почв. Актуальность этого подхода объясняется не только повышением урожайности сельскохозяйственных культур, но и улучшением структуры почвы, что в свою очередь может обеспечить устойчивое земледелие в регионе.

Для достижения данной цели было поставлено несколько задач, включая исследование влияния различных доз фосфогипса на физико-химические характеристики почвы, анализ изменения содержания основных питательных веществ и оценка изменений в структуре почвы.

Для проведения эксперимента использовались образцы аллювиально-луговой почвы, отобранные в Астраханской области. В качестве культуры для эксперимента был выбран томат.

Фосфогипс вносился в почву в дозах 2,0, 4,0 и 6,0 тонн на гектар, с контролем, где удобрение не вносилось. Параметры агрофизических и агрохимических характеристик почвы, такие как плотность, содержание гумуса и уровень питательных веществ, оценивались до и после внесения фосфогипса.

Изучение было проведено с использованием стандартных лабораторных и полевых методов, согласно рекомендованным методическим указаниям в области агрономии.

Таблица 1

Агрофизические и агрохимические показатели почвы по вариантам в опыте

Вариант	перед закладкой опыта							после закладки опыта						
	показатели													
	Объемная масса почвы, т/м³	рН водный, ед. рН	Азот щелочно-гидролизуемый, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Кальций обменный, ммоль/100гр	Гумус, %	Объемная масса почвы, т/м³	рН водный, ед. рН	Азот щелочно-гидролизуемый, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Кальций обменный, моль/100гр	Гумус, %
1. Контроль	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,55	7,2	38	75	150	>50	1,98
2. 2,0 т/га ФГ	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,45	7,4	40	85	156	>50	2.01
3. 4,0 т/га ФГ	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,41	7,4	45	85	162	>50	2.06

4. 6,0 т/га ФГ	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,42	7,4	46	90	168	>50	2.1
<i>НСП₀₅</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-

Результаты проведенных исследований показывают существенное влияние фосфогипса на агрохимические и физические свойства почвы (таблица 1). Анализ данных свидетельствует о том, что внесение мелиоранта в дозах от 2,0 до 5,0 т/га способствовало улучшению большинства изучаемых показателей плодородия почвы.

Наиболее выраженные изменения наблюдались в объемной массе почвы, которая снизилась с исходных 1,2 т/м³ до 1,45–1,41 т/м³ в зависимости от дозы фосфогипса. При этом в контрольном варианте без внесения мелиоранта объемная масса, напротив, увеличилась до 1,55 т/м³, что указывает на процессы уплотнения почвенной структуры. Наименьшее значение данного показателя (1,41 т/м³) было зафиксировано при дозе 4,0 т/га, что свидетельствует о положительном влиянии фосфогипса на структурно-агрегатное состояние почвы.

Реакция почвенной среды характеризовалась незначительным смещением в сторону повышения щелочности во всех вариантах с применением фосфогипса, где значения pH увеличились с 7,2 до 7,4 единиц. В контрольном варианте реакция среды осталась на прежнем уровне.

Содержание щелочно-гидролизующего азота в почве демонстрировало противоположные тенденции в зависимости от варианта опыта. В контроле наблюдалось снижение данного показателя с 43 до 38 мг/кг, тогда как применение фосфогипса способствовало повышению содержания доступного азота до 40–46 мг/кг.

В контрольном варианте произошло снижение с 84 до 75 мг/кг, в то время как внесение фосфогипса обеспечило увеличение данного показателя до 85–90 мг/кг, при этом наибольшее содержание подвижного фосфора (90 мг/кг).

Содержание подвижного калия существенно варьировало между вариантами опыта. Наиболее значительное снижение данного показателя наблюдалось в контроле – с 267 до 150 мг/кг. Применение фосфогипса позволило сохранить более высокое содержание обменного калия на уровне 156–168 мг/кг, причем отмечена прямая зависимость между дозой мелиоранта и содержанием данного элемента.

Содержание обменного кальция во всех вариантах с применением фосфогипса превысило 50 ммоль/100 г почвы, что значительно выше исходного уровня (41,1 ммоль/100 г) и показателя контрольного варианта. Это свидетельствует об эффективном пополнении почвенного поглощающего комплекса кальцием за счет внесения фосфогипса.

В контроле отмечено незначительное снижение гумуса с 2,02 до 1,98%, тогда как применение фосфогипса способствовало сохранению или даже некоторому увеличению данного показателя до 2,01–2,10%.

Заключение

Результаты исследования показывают, что использование фосфогипса в качестве мелиоратора для светло-каштановых почв Астраханской области представляет собой эффективный способ восстановления их плодородия и повышения урожайности. Применение данного метода может улучшить качество почвы, одновременно помогая сельскому хозяйству справляться с вызовами современности, такими как деградация земель и нехватка ресурсов.

Данное исследование подчеркивает важность внедрения экологически чистых и эффективных методов в агрономию, что в свою очередь может способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства в условиях изменения климата.

Библиографический список

1. Akanova, N. I. The neutralized phosphogypsum as gypsum-containing meliorant Russian case-study / M. M. Vizirskaya, M. B. Seregin, T. V. Grebennikova // International agricultural journal. 2019. No. 2. Pp. 12-18.
2. Вильдфлуш, И. Р. Агрохимия удобрения и их применение в современном земледелии / И. Р. Вильдфлуш // Горки: БГСХА. 2019. 405 с.
3. Габибов, М. А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота / М. А. Габибов // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 2. С. 40–44.
4. Габибов, М. А. Эффективность применения фосфогипса в севообороте с картофелем / М. А. Габибов, Л. С. Федотова, Н. И. Аканова, Е. В. Князева, Н. А. Тимошина // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 3 (363). С. 18–24.

СЕКЦИЯ: «АГРОЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

УДК 631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ МЕТОДОМ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ

Александров Никита Александрович, старший преподаватель кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alexandrov_na@rgau-msha.ru

Научный руководитель – Ярославцев Алексей Михайлович, к.б.н., доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, yaroslavtsevam@gmail.com

Аннотация: В работе приведены результаты оценки временной динамики общей первичной продуктивности агроэкосистем с посевами ярового ячменя, проводимых методом турбулентных пульсаций как за отдельные годы, так и внутри отдельных вегетационных периодов.

Ключевые слова: метод турбулентных пульсаций, общая первичная продукция, баланс углерода, экосистемное дыхание.

Актуальность исследования. Одним из ключевых факторов, определяющих устойчивость агроэкосистем, выступает углеродный баланс – соотношение между поглощением и выделением углерода. Агроэкосистемы способны временно аккумулировать углерод в растительной биомассе и почве, либо, наоборот, выступать источником выбросов CO₂, если почвенные условия или агротехнические мероприятия приводят к активному разложению органического вещества.

Для оценки круговорота углерода приняты следующие показатели [1,3,4]:

1. Чистый экосистемный обмен (NEE, Net Ecosystem Exchange) — скорость обмена углекислого газа между экосистемой и атмосферой за вычетом того CO₂, который использовался при дыхании растений. NEE определяют как:

$$NEE = Reco - GPP$$

2. Общая первичная продуктивность (GPP, Gross Primary Productivity) – это общая скорость фотосинтеза, включая CO₂, которое за время измерений было израсходовано на дыхание. Общая первичная продуктивность в экосистеме представляет собой количество энергии света (или химических веществ в хемоавтотрофных системах), преобразованное в химическую энергию органических молекул за определенный период времени. Не вся эта продуктивность сохраняется в виде органического материала в первичных продуцентах из-за того, что они используют часть молекул в качестве топлива для своего собственного клеточного дыхания. Его можно измерить в краткосрочном эксперименте (например, измерив интенсивность фотосинтеза). GPP определяют как:

$$GPP = Reco - NEE$$

3. Экосистемное дыхание, интенсивность дыхания (Reco, Ecosystem Respiration) – скорость расходования растениями CO₂ на дыхание. Обычно эти величины измеряются на единицу площади экосистемы за единицу времени. Reco определяют как сумму дыхания автотрофов и гетеротрофов:

$$Reco = Ra + Rh$$

Для агроэкосистем особенно важно изучение пространственно-временной динамики потоков парниковых газов и неоднородности биомассы, так как в зависимости от погодных условий конкретного года и возделываемой культуры могут отличаться сроки наступления фенологических фаз, начиная со сроков сева и заканчивая датой уборки урожая, что будет отражаться на периоде сбора данных [2,6,7].

В контексте исследования агроэкосистем, которые являются очень динамичными в виду ротации возделываемых культур, и большой зависимости от локальных погодных условий внутри отдельных сезонов. В связи с этим, остро встает вопрос о методических подходах моделирования и оценки продукционного процесса культур.

В рамках данного исследования будет проанализирована динамика общей первичной продуктивности (GPP) методом турбулентных пульсаций за 2013 и 2016 годы.

Объекты и методы исследования. Исследование проводилось на Центре точного земледелия Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Для оценки выбраны два года, когда на полях в ротации культур наступала очередь ярового ячменя: 2013 и 2016 годы [5].

Оценка баланса углерода и продукционного процесса возделываемой культуры проводилась методом турбулентных пульсаций (МТП). Оборудование для измерений было смонтировано на высоте 2,6 м от поверхности земли и включало: трехмерный звуковой анемометр (CSAT-3, Campbell Scientific Inc., США) и инфракрасный газовый анализатор закрытого типа (IRGA, LI-7200, Li-COR Inc., США). Быстрые данные с частотой 20 Гц были записаны регистратором данных (CR1000, Campbell Scientific Inc., США) в GHG-файлы, соответствующие 30-минутным интервалам. Также измерялись следующие метеорологические параметры: суммарная радиация (тепловые датчики NR01, Hukseflux Thermal Sensors B.V., Нидерланды), температура воздуха и относительная влажность (датчики HC2S3, Campbell Scientific, Inc., США) и тепловой поток на глубинах 10, 20 и 30 см (тепловые датчики HFP01, Hukseflux Thermal Sensors B.V., Нидерланды). Температура почвы и содержание воды измерялись на пяти глубинах (10, 15, 20, 25 и 35 см) с помощью комплексного датчика CS650 (Campbell Scientific Inc., США), фотосинтетическая активная радиация (ФАР) (LI-190SB, Li-COR Inc., США) и осадки (дождемер с опрокидывающимся ведром TE525 MM, Texas Electronics, Техас, США). Все метеорологические данные измерялись каждые 10 сек., а затем они были усреднены за каждые полчаса.

Для расчетов полчасовых значений чистого экосистемного обмена (NEE) исходные данные были обработаны с помощью программного обеспечения EddyPro, версия 7.0.9 (Li-COR Inc., США). Обработка данных была проведена стандартными методами и включала поворот координат с коррекцией наклона, удаление тренда, исключение выбросов, исправления времени запаздывания между отдельными приборами. Также она включала коррекции низкочастотных эффектов, фильтрацию по Moncrieff и WPL-коррекцию. След потока (футпринт) оценивался с помощью модели Kljun. Контроль качества потоков проводился по методу Foken. При моделировании учитывалось изменение высоты поверхности вследствие роста растения, а также шероховатость поверхности [5].

Постобработка данных проводилась с помощью пакета для программной среды R - «REddyProc». В постобработку входило: заполнение пропусков некачественных данных, а также разделение потоков CO₂ на GPP и Reco двумя методами: по Reichstein и Lasslop для оценки разницы в моделировании GPP между этими подходами [5].

Результаты и обсуждения. Пик продуктивности для обоих периодов измерений по двум методикам оценки GPP приходилось на июнь и июль, что связано с наиболее активным периодом онтогенеза яровых зерновых культур.

В 2013 году можно отметить, что значения GPP по Reichstein (красная линия) почти всегда выше GPP по Lasslop (синяя линия), что связано с подходом к разделению потоков: первый метод подразумевает, что в ночное время GPP равен нулю и есть только экосистемное дыхание, однако данный подход и ведет к завышению общей первичной продуктивности, т.к. не учитываются факторы, связанные с температурой и влажностью (дефицит давления водяного пара, VPD). Это также объясняет то, что в большинстве месяцев модели по Reichstein GPP бывает ниже 0 мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$, что в реальности невозможно. В августе и сентябре GPP по Lasslop выше, что может быть связано с малым количеством качественных данных за этот период (рисунок 1).

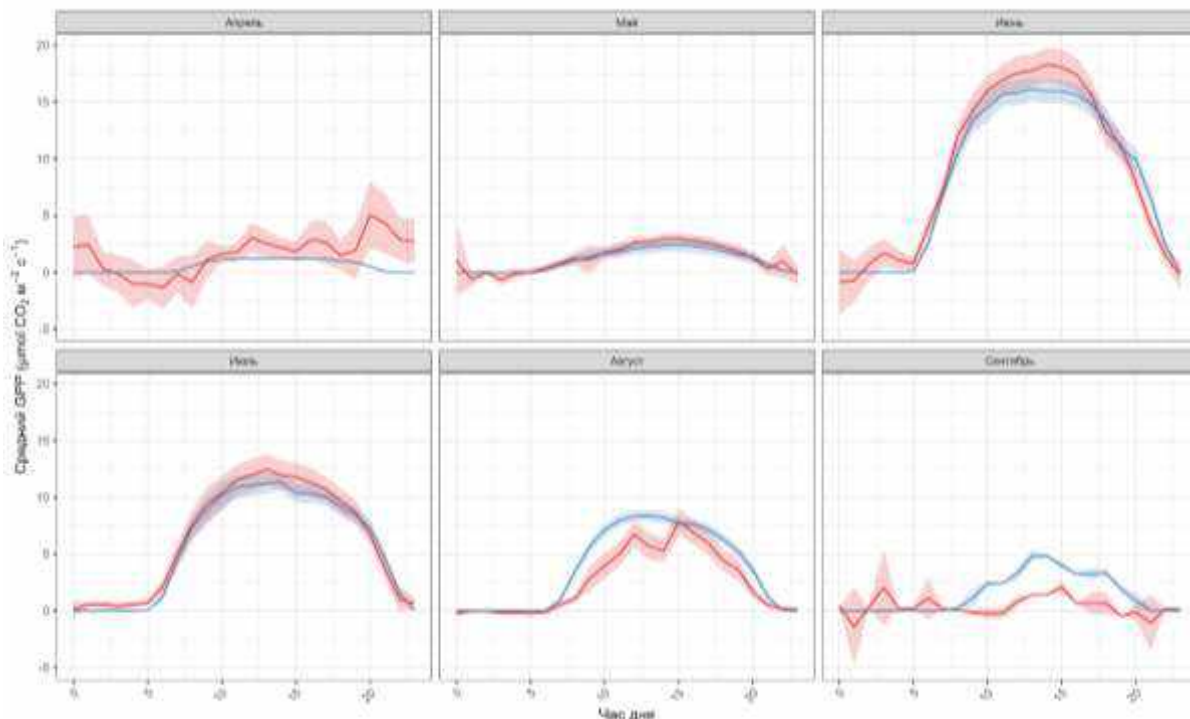


Рис.1 Среднесуточная динамика GPP по месяцам за 2013 год измерений, мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ (красная линия – по Reichstein, синяя линия – по Lasslop)

GPP достигал своего максимума в 12-15 часов и достигали 19 мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ по Reichstein и 15 мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ по Lasslop соответственно, что подчеркивает разницу между двумя подходами к разделению потоков CO_2 .

В 2016 году также наиболее продуктивными месяцами являются июнь и июль, но меньше выражена разница в разделении потоков между двумя подходами. Различается только июнь: 25 мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ по Lasslop и 18 мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ по Reichstein (рисунок 2).

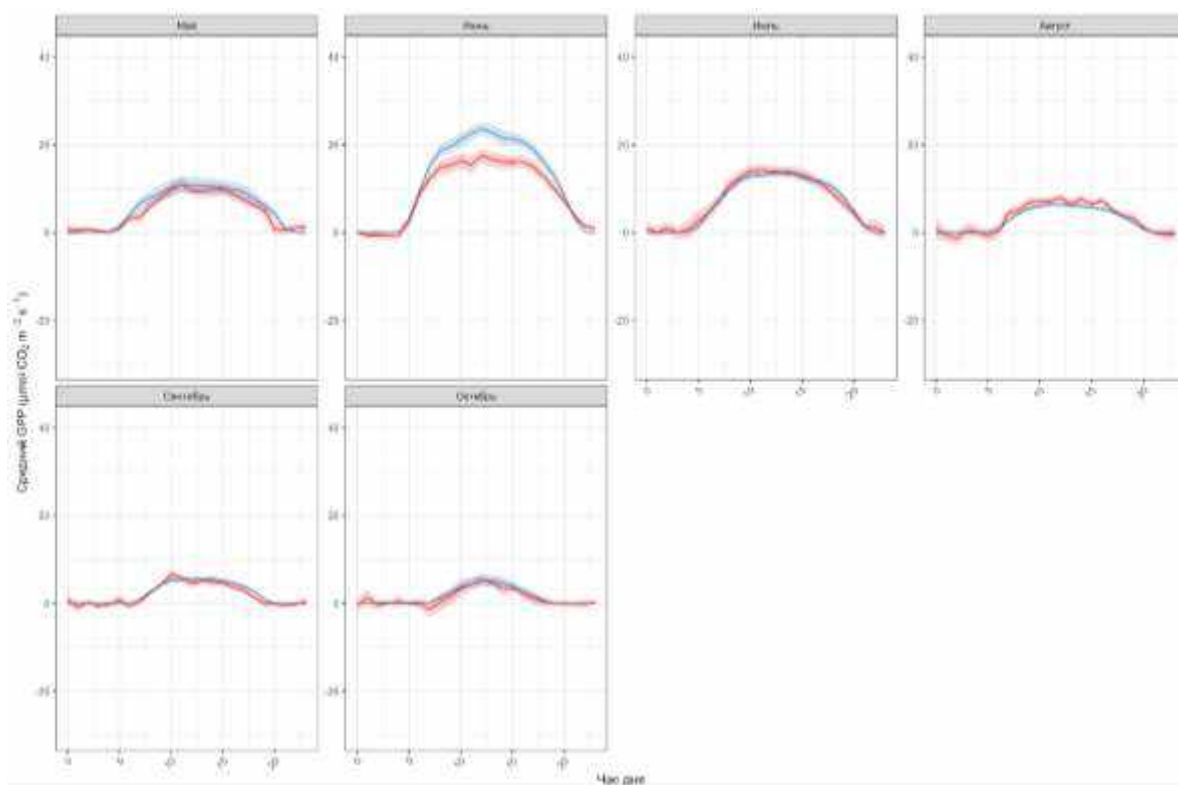


Рис.2 Среднесуточная динамика GPP по месяцам за 2016 год измерений, мкмоль $\text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ (красная линия – по Reichstein, синяя линия – по Lasslop)

Сопоставив между собой данные за оба года, можно сделать вывод, что в 2016 году максимальные значения общей первичной продуктивности были выше, чем в 2013 году при анализе потоков двумя подходами. Пики в обоих случаях приходились на июнь и составили по Lasslop $15 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ в 2013 и $25 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ в 2016 годах. Минимальные значения сильно варьируют по годам, что связано с ротацией культур и разными сроками проведения основных агротехнологических операций.

Библиографический список

1. Агроэкологический мониторинг почвенных потоков закиси азота в природных и агрогенно измененных черноземах Центрально-черноземного заповедника / А. Тембо, М. Самарджич, Д. В. Морев [и др.] // Агрохимический вестник. – 2014. – № 5. – С. 19-24.
2. Александров, Н. А. Мониторинг фенофаз яровой пшеницы с помощью беспроводных сетей спектрометров / Н. А. Александров, И. А. Серегин // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 1. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 110-113.
3. Оценка потоков парниковых газов в экосистемах регионов Российской Федерации / В. Н. Коротков, А. А. Романовская, Д. В. Карелин [и др.] // Оценка потоков парниковых газов в экосистемах регионов Российской Федерации. – Москва: Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля", 2023. – С. 47-323. – EDN ATIRST.
4. Наилучшие доступные почво- и углерод-сберегающие технологии природопользования, экологического мониторинга и контроля / И. И. Васнев, Н. А. Александров, И. В. Андреева [и др.]. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – 240 с. – ISBN 978-5-6049459-1-9. – EDN LAPOOA.
5. Экологический мониторинг эмиссии парниковых газов на уровне наземных экосистем / Ю. Л. Мешалкина, А. М. Ярославцев, И. И. Васнев [и др.] // Экологический

мониторинг, моделирование и проектирование в условиях природных, городских и агроэкосистем, Москва, 01–11 июля 2015 года / Под общей редакцией И.И. Васенева, Р. Валентины. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Скрипта Манент", 2015. – С. 57-81. – EDN UIDVAR.

6. Agroecological assessment of spatial variability of carbon content in the conditions of disturbed sod-podzolic soils / D. Morev, V. Potapova, A. Yaroslavtsev // 3rd International Conference on Research of Agricultural and Food Technologies (I-CRAFT-2023) : Research of Agricultural and Food Technologies, Adana, Turkey, 04–06 октября 2023 года. Vol. 85. – Les Ulis: EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. – P. 01063. – DOI 10.1051/bioconf/20248501063. – EDN NYPJMJ.

7. Spatially-temporal distribution of moisture content and dynamics of greenhouse gas emissions from upper soil horizons in floodplain fallow lands of Bashmakovsky district of Penza oblast / A. Buzylev, M. Tikhonova, E. Taller [et al.] // 3rd International Conference on Research of Agricultural and Food Technologies (I-CRAFT-2023) : Research of Agricultural and Food Technologies, Adana, Turkey, 04–06 октября 2023 года. Vol. 85. – Les Ulis: EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. – P. 01058. – DOI 10.1051/bioconf/20248501058. – EDN DNVOEH.

АНАЛИЗ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЛЕСНОГО ОПАДА ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Авдеева Анастасия Васильевна, аспирант кафедры Экология, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, neonlight.zero@gmail.com

Санчес Альмейда Луис Энрике, аспирант кафедры Экология, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, luisasel@yandex.ru

Научный руководитель - Васенев Иван Иванович, д.б.н., профессор кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, vasenev@rgau-msha.ru

Аннотация: также информативным индикатором состояния лесных экосистем. В рамках данного исследования на ключевых участках трансекты ЛОД был отобран и фракционирован древесный опад. На основе анализа выделенных фракций было изучено распределение массы древесного опада по ключевым участкам. На основе полученных данных было охарактеризовано состояние древесной растительности, и дана предварительная оценка продуктивности насаждений.

Ключевые слова: лесной опад, продуктивность, углеродный баланс, лесные экосистемы, чистая первичная продукция.

Лесной опад - это один из важнейших углеродных пулов экосистемы. Учёт качественного и количественного состава лесного опада является перспективным подходом к оценке состояния биогеоценоза и его продуктивности [1, 2, 3]. На сегодняшний день, в моделях оценки углеродного баланса экосистем, лесной опад рассматривается как часть годичного прироста фитомассы, составляющей чистой первичной продукции экосистемы. В существующих методических рекомендациях [4] опад отбирается как часть фракции подстилки и фракционируется по времени и степени ее разложения в целях оценки углеродного пула почвы. Так образец опада отбирается непосредственно с поверхности подстилки как её составная часть, являясь также фактором ее формирования [2]. В других исследованиях [1], [5] опад отбирается с помощью различных приспособлений, представляющие собой опадосборные конструкции (ящики, шаблоны, воронки), которые могут способствовать оценке годового притока органического вещества в почву и оценке динамики лесного опада как отдельного и самостоятельного компонента органического вещества экосистемы.

Лесной опад в качестве важного индикатора состояния экосистем кажется недооцененным. Методы исследования лесного опада различаются между собой и единых подходов на сегодняшний день не существует, представляется трудоёмкой задача получения эмпирических данных о количественном составе опада и особенностях его изменчивости. Поэтому существует потребность в количественном определении масс-содержания и пространственной вариабельности лесного опада и его фракций для различных типов леса.

Объекты и методы исследования

В качестве пробных площадей была выбрана трансекта, заложенная на различных формах мезорельефа моренного холма Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (далее - ЛОД), состоящая из 5-ти ключевых участков [6]. Площадь, взятая для геоботанической характеристики, составила 2500 м². Состав хвойно-широколиственной древесной растительности на пробных площадях вдоль трансекты ЛОД разнообразен. Моховой и лишайниковый покров слабовыражен или практически отсутствует. Необходимая для ознакомления с результатами информация по составу древостоя и типу леса приведена в таблице 1.

В данном исследовании учитывался весь лесной опад, выпавший за листопадный сезон, собираемый с середины августа до начала ноября 2024 года. По данным [1] известно, что за этот период опадает 25-27% массы древесного опада в год. На территории ЛОД анализируемый лесной опад представлен надземным древесным отпадом, состоящим из вегетативных органов лиственных и хвойных деревьев, но без учета ветровальных, валежных и сухостойных деревьев, а также корневого опада.

Авторами было сконструировано и установлено 15 опадоуловителей, которые расставлялись в межкроновом и прикroновом пространствах, преимущественно в парцеллах «окна». Площадь конструкции 0,25 м², высота 30 см. Образцы лесного опада доводились до воздушно-сухого состояния и взвешивались, затем разбирались по фракциям. Было выделено несколько основных фракций: Листья; Хвоя; Семена; Труха; Шишки; Ветки; Кора. В двух отдельных образцах при разборе опада фиксировались малые части лишайника и мха, чья масса составляла не более 0,1 г. Данные в пересчете на г/м² представлены в таблице 1.

Результаты и обсуждение. Результаты определения масс фракций древесного опада отражены на рисунке 1. Собранные образцы в полной мере отражают состав древесной растительности в части соотношения лиственных и хвойных деревьев на каждом участке. Первичные данные по лесному опаду показали наиболее и наименее продуктивные участки в части первичной надземной продукции фитоценоза ЛОД за летне-осенний сезон 2024 года.

Общая масса опада на участке 1 (23,43%) наибольшая. Участок 2 (20,59%) и участок 4 (20,86%) имеют сопоставимую величину опада в составе массы всех фракций лесного опада ЛОД, при этом на участке 2 явно доминируют лиственные породы, а на участке 4 – хвойные. Участок 3 (19,85%) более сбалансирован, по сравнению с участком 5 (15,27%), исходя также из количественного соотношения деревьев на участках.

Таблица 1

Масса фракций лесного опада хвойно-широколиственного леса ЛОД, г/м² и количественный состав древостоя на 5-ти ключевых участках трансекты

Участок №	Участок 1 Подошва СВ склона	Участок 2 Средняя часть СВ склона	Участок 3 Вершина холма	Участок 4 Средняя часть ЮЗ склона	Участок 5 Подошва ЮЗ склона
Формула леса	4Лп3Кл1Д 1С+Ол ед. В.	3Д3Лп2КЛ1Б 1С ед. Е	2Лп2С2Кл 2Д+	3С2Л+Лп Т Б.	4С2Кл1Лп1Д+ Б Т
Состав количественный древостоя (N), экз.					
Видовой состав	липа (45) клен (30) дуб(18) сосна(16) ольха(2) вяз(1) N=112	дуб(38) липа(34) клен(27) берёза(11) ель(1) N=111	липа(23) сосна(21) клен(20) дуб(19) рябина(2) вяз(1) N=86	сосна(36) лиственница(20) липа(7) тополь(4) берёза(2) N=69	сосна(44) клён(26) липа(11) дуб(10) берёза(4) тополь(2) N=97
Возраст, лет	90-100	90-100	110-120	120+	110-120
Масса фракций лесного опада (древесного отпада) (М), г/м²					
Листья	241,43	256,40	222,87	128,55	204,87
Хвоя	96,17	5,43	83,73	155,39	45,96
Семена	6,41	5,19	5,89	0,40	5,53
Труха	5,75	7,60	9,16	11,31	5,96
Шишки	48,35	0,00	5,20	30,95	0,00
Ветки	14,07	87,01	9,48	8,65	5,44
Кора	0,81	1,24	0,00	32,29	1,41

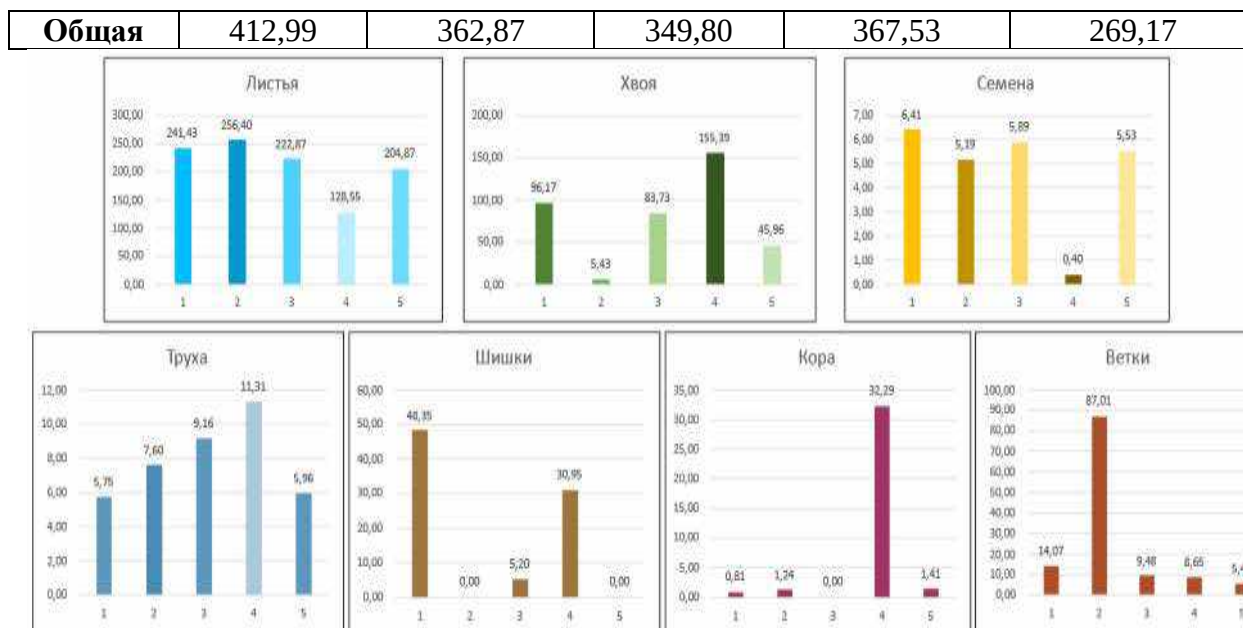


Рис. 1. Масса фракций лесного опада на 5 участках трансекты ЛОД, г/м²

Участок 1. Подошва прямого короткого слабопокатого СВ склона. Данный участок занимает второе место по массе лиственного опада - 22,9% массы всех листьев и второе по массе хвои - 24,87% от всей массы фракции хвои на ЛОД. Здесь наименьший процент трухи – 14,45% от массы фракции, и 2,27% опавшей коры от общей массы фракции и 11,28% веток. Здесь наибольшая масса фракции семян - 27,4% от массы всех семян, а также более половины от общей массы фракции шишек - 58,6%. Такой процент семян связан со значительным доминированием липы. Вероятно, что одновременное участие и хвойных, и лиственных пород создает положительную динамику в части образования чистой первичной продукции хвойными породами (шишки, хвоя), Опад на участке 1 имеет наибольший вес в общей биомассе лесного опада ЛОД.

Участок 2. Средняя часть прямого короткого слабопокатого СВ склона. Здесь наблюдается наименьший процент массы хвои (1,4%) и наибольший процент массы листьев (24,32%) на ЛОД. Наибольший процент опавших веток составляет 69,80% от всех собранных веток на ЛОД, и связано это с аномалией при отборе опада. В ходе натурных наблюдений на участке отмечались сухостойные деревья (преимущественно берёзы) и выражена опавшая древесина (валежник). В данном случае аномалия массы веток, зафиксированная при отборе образцов, отражает весомое участие древесного валежника в составе опада на участке 2.

Участок 3. Вершина моренного холма. Древостой уравновешен со стороны трёх преобладающих пород: липы, сосны и клёна, значителен дуб, поэтому характеризуется как смешанный, с преобладанием лиственных насаждений. Масса фракции листьев (21,14% от массы всей фракции листьев) в 2,7 раз больше фракции хвои (21,65% от всей фракции хвои), а масса семян вторая по величине - 25,16% от общей массы семян.

Участок 4. Средняя часть пологого слабовогнутого ЮЗ склона. Явное преобладание хвойных пород сказывается на показателях массы хвойного опада, наибольшее значение приобретает хвоя - 40,18% от массы всей фракции хвои ЛОД и шишки - 35,45% от массы фракции шишек на ЛОД). Листья составляют наименьшее значение – 12,19% от общей массы фракции, ветки – 6,94% от массы своей фракции. При этом наблюдается наиболее высокий процент фракций трухи 28,43% и коры 54,59%. Осыпание коры может происходить в силу особенностей сезонных колебаний и в условиях особенностей микроклимата, создаваемых морфофизиологическими особенностями хвойных пород. Продуктивность доминантных хвойных деревьев на участке замедлена, судя по значению массы шишек, по сравнению с более молодыми и сравнительно немногочисленными

продуктивными соснами на участке 1, где преобладают лиственные насаждения. Тем не менее, данный участок продуцирует второе по величине массы опада значение.

Участок 5. Подошва пологого слабовогнутого ЮЗ склона. Не смотря на значительное преобладание сосны (N=45,36%) можно наблюдать невысокий процент опавшей хвои - 11,89%, наименьший процент трухи 14,98%, и невысокий коры – 3,95%, что подтверждает факт того, что широколиственная часть стабилизирует микроклимат на участках со значительным присутствием хвойных деревьев, способствуя сохранению влаги, тем самым снижая количества опадающей хвои, трухи и коры. Однако, продуктивность хвойных насаждений, судя также по отсутствию фракции шишек, значительно снижена по сравнению с участками 1, 3, 4.

Выводы. Известно, что в присутствии лиственных деревьев продуктивность хвойных может возрастать, за счет улучшения почвенных и микроклиматических условий. Также здесь имеет место гипотеза об отрицательном влиянии монодоминантности на продуктивность, по сравнению со смешанными типами лесов. Данные утверждения находят свое отражение на значении массы шишек на участке 1, и в особенности по сравнению с участком 4, где преобладают хвойные виды деревьев, что и иллюстрируют полученные данные. Такие различия в продуктивности хвойных деревьев можно объяснить тем, что выраженная доминантность сосны на участке 4 снижает продуктивность участка биоценоза, а благоприятное влияние липы и дуба черешчатого на насаждения сосны, как на участке 1, её увеличивает [7].

Таким образом, с помощью количественной оценки лесного опада и его фракций можно охарактеризовать состояние продуктивности древесной растительности с учетом базовых лесотаксационных характеристик. Данные статьи будут полезны при оценке функционирования лесных экосистем хвойно-широколиственного типа, а также в расчётах углеродного баланса лесной экосистемы, углеродного стока в подстилку и почву, в оценке продуктивности экосистем.

Библиографический список

1. Юсупов И. А. и др. Особенности динамики и структуры древесного опада в сосновых молодняках в зоне действия аэропромвыбросов на Среднем Урале //Леса Урала и хозяйство в них. – 1995. – №. 18. – С. 59-74.
2. Решетникова Т. В. Лесные подстилки как депо биогенных элементов //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – №. 12. – С. 75-82.
3. Басова Е. В. и др. Качество древесного опада как информативный индикатор функциональной классификации лесов //Вопросы лесной науки. – 2022. – Т. 5. – №. 3. – С. 1-21.
4. Методические рекомендации по отбору и анализу образцов почв для оценки динамики запасов углерода в лесных, степных и тундровых экосистемах в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (ВИП ГЗ).
5. Дымов А. А. и др. Растительный опад в коренном ельнике и лиственно-хвойных насаждениях //Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2012. – №. 3. – С. 7-18.
6. Васенев И. И., Раскатова Т. В. Пространственно-временная изменчивость основных параметров фонового экологического мониторинга дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА //Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2009. – №. 2. – С. 83-91.
7. Сухоруков А. С. Успешность роста и состояния сосны в смешанных культурах //Лесной вестник/Forestry bulletin. – 2010. – №. 1. – С. 17-20.

АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ УПЛОТНЕНИЕМ ПОЧВЫ, ВЛАЖНОСТЬЮ И ТЕМПЕРАТУРОЙ В СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ И БЕРЁЗЫ В ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧЕ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ

Безруких Алексей Игоревич, аспирант 3 года кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, abezrukih@list.ru

Научный руководитель - **Мосина Людмила Владимировна**, д.б.н. профессор кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mosina.l.v@yandex.ru

Аннотация: Исследование направлено на изучение взаимосвязи между уплотнением почвы, влажностью и температурой в смешанных насаждениях сосны и берёзы на пробных участках Лесной опытной дачи Тимирязевской академии. На основе данных за 2002, 2018 и 2024 годы проведён анализ сезонных и межгодовых изменений параметров. Выявлена положительная корреляция между повышенным уплотнением почвы и влажностью в осенний период, а также зависимость естественного уплотнения от температурных условий. Результаты указывают на значимость климатических факторов в динамике почвенных процессов, что требует учёта при планировании лесопользования в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: уплотнение почвы, сосново-берёзовые насаждения, влажность, температура, корреляционный анализ, сезонная динамика, Лесная Опытная дача.

Смешанные насаждения сосны и берёзы играют ключевую роль в формировании устойчивых лесных экосистем. Уплотнение почвы, обусловленное как естественными процессами (деятельность корневых систем, биота), так и внешними факторами (осадки, температура), влияет на продуктивность и стабильность таких сообществ. Несмотря на обширные исследования почвенных характеристик, механизмы взаимодействия климатических параметров с уплотнением почвы в условиях умеренного климата остаются недостаточно изученными [7].

Цель работы — выявление закономерностей между естественным и антропогенно-индуцированным уплотнением почвы, влажностью и температурой в разные сезоны и годы.

Объект исследования: Данные по трём временным периодам (2002, 2018, 2024 гг.) для смешанных насаждений сосны и берёзы. Учитывались показатели:

- естественное уплотнение почвы (г/см³);
- повышенное уплотнение почвы (г/см³);
- влажность (осадки, мм рт. ст.);
- температура (°C).

Методы анализа:

- Корреляционный анализ для выявления связей между переменными.
- Сравнение межгодовых и сезонных изменений с использованием описательной статистики.

- Визуализация данных (графики временных рядов, диаграммы).

Для исследования были выбраны две контрольные точки. Критериями были – схожий древесный состав (сосна с берёзой), а также разница в рекреации (далее естественная и повышенная – вблизи с жилой застройкой и в центре лесного массива) (рисунок 1).

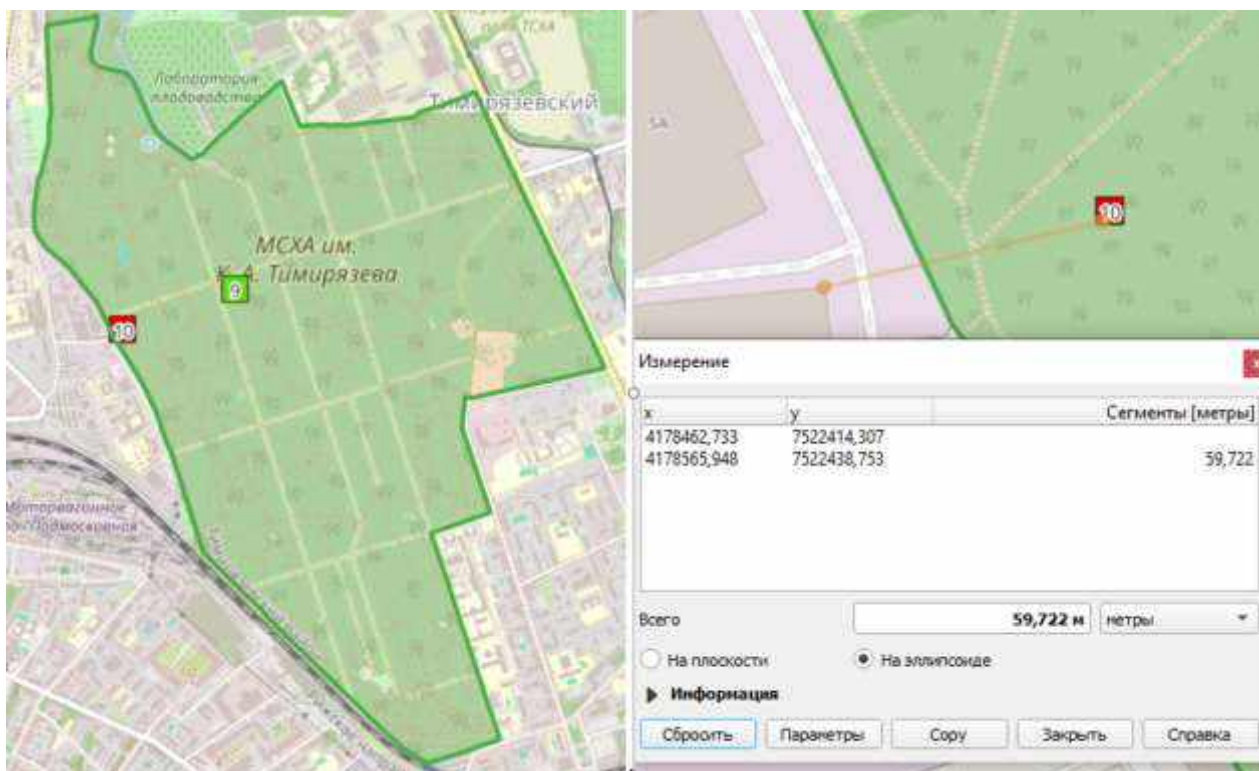


Рис. 1 Контрольные точки на территории и расстояние до жилой застройки

Причины выбора территорий произрастания берёзы с сосной обусловлены несколькими факторами.

Сосна и берёза исторически доминировали в лесах Москвы и Подмосковья, что делало их ключевыми объектами для изучения естественных экосистем. Берёза, как пионерная порода, быстро колонизирует нарушенные участки, а сосна устойчива к бедным почвам, что обеспечивало их совместное произрастание на территории дачи. А.Р. Варгас де Бедемар, основатель лесоустройства ЛОД, ещё в 1862 г. заложил 16 пробных площадей в сосново-берёзовых насаждениях, чтобы исследовать их взаимодействие. [6] Такие смешанные леса считались модельными для изучения биоразнообразия, устойчивости к вредителям и продуктивности. Работы Варгаса де Бедемара и последующих учёных (например, М.К. Турского) заложили традицию изучения сосново-берёзовых ассоциаций. [1,3] Это создало преемственность в научных подходах, что упрощало долгосрочный мониторинг. Сосна и берёза хорошо адаптированы к умеренно-континентальному климату Московского региона. Их совместное произрастание позволяло анализировать влияние осадков и температур на почвенное уплотнение, что актуально для прогнозирования последствий изменения климата.

Таким образом, выбор сосны и берёзы был обусловлен их экологической ролью, практической полезностью и уникальностью как объекта для многолетних научных экспериментов, что соответствовало миссии ЛОД как «лаборатории под открытым небом». Кроме того, участки с сосново-берёзовым составом выбраны для минимизации влияния видовых различий на почвенные процессы, что позволяет изолировать эффект уплотнения.

Сравнение естественного и повышенного уплотнения обеспечивает анализ антропогенного воздействия, актуального для лесопарковых зон мегаполисов. Использование точек, изученных ранее Мосиной Л.В. (2002) и Журовским В.В [2,4]. (2018), обеспечивает преемственность данных, долгосрочный мониторинг и верификацию ранее выявленных трендов, таких как связь уплотнения с влажностью и деградацией почв. Это также позволяет оценить динамику изменений за 16-летний период, включая климатические сдвиги и изменения влажности.

Результатом работы стало составление таблицы данных по наблюдениям по изменению уплотнения почвы за 2002-2024 год. Представленная таблица содержит ключевые параметры, зафиксированные на пробных участках смешанных сосново-берёзовых насаждений Лесной опытной дачи Тимирязевской академии за 2002, 2018 и 2024 годы. В неё включены данные по естественному и повышенному уплотнению почвы, объёму осадков (влажность) и температурным показателям для трёх сезонов: мая, июля и сентября. Эти временные интервалы выбраны как репрезентативные для анализа весенне-летних и осенних процессов, влияющих на почвенную структуру.

Таблица позволяет проследить динамику изменений на протяжении 22 лет, охватывая как периоды стабильности, так и климатические аномалии (например, резкое снижение влажности в сентябре 2024 г.). Структурирование данных по годам и месяцам обеспечивает возможность сравнения внутрисезонных и межгодовых трендов, что критически важно для выявления долгосрочных закономерностей взаимодействия биотических и абиотических факторов. [3] Последующий анализ опирается на эти данные как на основу для построения корреляционных моделей и интерпретации экологических механизмов. (таблица 1)

Таблица 1

Корреляция плотности почвы (г/см³) к осадкам и средней t

Показатели	Май	Июль	Сентябрь
2002 год			
Осадки	18	24	80
Сосна с берёзой, IX-XI (ест. рекреация)	0,75	0,8	0,83
Сосна с берёзой, IX-XI (пов. рекреация)	0,9	0,87	1,5
Ср. t	12,7	22,6	12
2018 год			
Осадки	61	92	77
Сосна с берёзой, IX-XI (ест. рекреация)	0,88	0,83	0,63
Сосна с берёзой, IX-XI (пов. рекреация)	0,97	0,91	1,63
Ср. t	16,2	20,6	14,6
2024 год			
Осадки	32	64	11
Сосна с берёзой, IX-XI (ест. рекреация)	0,89	0,85	0,9
Сосна с берёзой, IX-XI (пов. рекреация)	1,27	1,17	1,21
Ср. t	12,7	22,1	17,1

Сезонная динамика:

Повышенное уплотнение – влажность:

- 2002 г.: Высокая влажность (80 мм) и низкая температура (12°C) → уплотнение 0.83 г/см³.
- 2002–2018 гг.: при высокой влажности (77–80 мм) уплотнение растёт с 1.5 до 1.63 г/см³. Это объясняется пластичностью влажной почвы, усиливающей деформацию под антропогенной нагрузкой.
- 2024 г.: Резкое снижение влажности (11 мм) приводит к падению уплотнения до 1.21 г/см³, что связано с хрупкостью сухой почвы и возможным ограничением рекреации.

Естественное уплотнение – температура и влажность:

- 2018 г.: Умеренная влажность (77 мм) и рост температуры (14.6°C) → уплотнение снижается до 0.63 г/см³.
- 2024 г.: Низкая влажность (11 мм) и высокая температура (17.1°C) → уплотнение возрастает до 0.9 г/см³.
- В 2024 г. растения, вероятно, адаптировались к засухе, развив плотные корневые системы, что увеличило естественное уплотнение.

Рост температуры с 12°C (2002 г.) до 17.1°C (2024 г.) сопровождается снижением влажности с 80 до 11 мм. Усиление испарения в жаркие периоды усугубляет дефицит влаги, влияя на структуру почвы. Повышенное уплотнение сильнее зависит от влажности, чем от температуры. Высокая влажность (75–80 мм) в сочетании с антропогенной нагрузкой вызывает максимальную деформацию почвы. Естественное уплотнение демонстрирует нелинейную зависимость: В засуху (2024 г.) адаптация растений увеличивает уплотнение. При умеренной влажности (2018 г.) конкуренция за ресурсы может снижать его.

Полученные данные согласуются с гипотезой о двойственной роли влажности: кратковременные осадки уменьшают естественное уплотнение, тогда как продолжительные дожди (осенью) способствуют биогенному уплотнению. Рост температур, особенно в 2024 г., может усиливать минерализацию органики, снижая устойчивость почвы к деформациям. Ограничением исследования является малая выборка данных, что требует осторожности в интерпретации. Для верификации результатов необходимы долгосрочные наблюдения и эксперименты с контролем антропогенных факторов.

Уплотнение почвы в смешанных насаждениях зависит от сезонных колебаний влажности и температуры; Повышенное уплотнение осенью связано с биологической активностью и накоплением осадков; Изменение климата (потепление) может усиливать деградацию почвенной структуры, требуя адаптивных мер лесопользования.

Библиографический список

1. В.М. Баутин, К. Хлюстов, В.И. Глазко Выдающиеся ученые (выпускники, профессора) Петровской (Тимирязевской) академии, Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. — М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. — 102 с.
2. Журовский В.В. Почвенно-биоэкологический мониторинг модельных лесопарковых экосистем Московского мегаполиса (на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева): дис. ... канд. б. наук. — Москва, 2019. — С. 143.
3. Климатический монитор // Погода и климат. URL: <http://pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения: 25.02.2025).
4. Мосина Л.В. Антропогенное изменение лесных экосистем в условиях мегаполиса Автореф. Докт. Дисс. г. Москва. — 2003 — с. 34
5. Наумов В.Д. Итоги экспериментальных работ на Лесной опытной даче РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева // Монография. Москва — 2020 — с. 15-20
6. Таксация лесной дачи Петровской земледельческой академии // Музей ТСХА. URL: <https://museum.timacad.ru/news/история-лесной-опытной-дачи/> (дата обращения: 25.02.2025).
7. Наилучшие доступные почво- и углерод-сберегающие технологии природопользования, экологического мониторинга и контроля / И. И. Васенев, Н. А. Александров, И. В. Андреева [и др.]. — Москва : Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-6049459-1-9.

8.

УДК 631.42

ОЦЕНКА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ФОСФОГИПСА И КОМПОСТА НА УГЛЕРОДНЫЙ БАЛАНС МОДЕЛЬНЫХ ГАЗОННЫХ ЭКОСИСТЕМ В СЕЗОННОЙ И МЕЖСЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ

Васенев Петр Иванович, аспирант кафедры экологии, ИМВХиС имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: petervas08.08.1992@gmail.com
Морев Дмитрий Владимирович, доцент кафедры экологии, ИМВХиС имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: dmorev@rgau-msha.ru
Научный руководитель - **Васенев Иван Иванович**, профессор кафедры экологии, ИМВХиС имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: vasenev@rgau-msha.ru

Аннотация: Характерный для последних десятилетий возросший уровень антропогенного воздействия на почвы часто приводит к серьезной деградации и эрозии их верхних горизонтов. Это сопровождается качественным снижением уровня выполняемых почвами экологических функций и требует оперативного восстановления их функционально-экологического состояния почв. Наиболее остро эта проблема проявляется в случае эрозионно-деградированных дерново-подзолистых почвах с изначально низким содержанием гумуса и небольшой мощностью дерновых горизонтов. В данной статье представлены результаты агроэкологических мониторинговых исследований с оценкой последствий применения двух видов мелиорантов на интегральные показатели потоков углерода в микрополе в опыте с модельными газонными экосистемами для восстановления плодородия и положительного углеродного баланса эрозионно-деградированных дерново-подзолистых почв.

Ключевые слова: агроэкология, экологическая оценка, секвестрация углерода, последствие фосфогипса, последствие компоста

В свете ускоренных глобальных изменений климата и антропогенного изменения углеродного цикла биосферы и наземных экосистем все большее значение приобретают экологические вызовы предупреждения и минимизации негативных последствий эрозии, физической и химической деградации верхних горизонтов интенсивно используемых почв [1, 2].

Возросшая интенсивность и длительность весенних и летних осадков часто приводит к увеличению поверхностного стока, ускоренной эрозии и потере гумуса из верхних переуплотненных горизонтов антропогенно деградированных почв. Последующие засушливые периоды, которые становятся длиннее, чем раньше, активизируют минерализацию органических веществ и растительных остатков, нарушая баланс органического углерода в верхнем горизонте почвы. Активизированная дегумификация сопровождается дальнейшей дезагрегацией и уплотнением почвенных горизонтов, что снижает их пористость и способность поглощать атмосферные осадки. Это может привести к дальнейшему ускорению эрозии, особенно на старопахотных почвах с низким содержанием гумуса на склонах [3]. Ускоренное развитие эрозии часто приводит к резкому снижению плодородия и экологических функций почв, особенно когда они нарушаются в результате строительных и транспортных проектов [4]. Это определяет задачи их рекультивации или комплексной мелиорации с элементами биоремедиации.

Данное исследование направлено на изучение возможного эффекта от использования промышленных отходов производства фосфорных удобрений (фосфогипса) и органических отходов птицеводства (компоста из перепелиного помета) в качестве дешевых мелиорантов для стабилизации углеродного баланса регенерированного горизонта деградированных дерново-подзолистых почв.

Дополнительный интерес к исследованию последствий их применения обусловлен

проблемой ускоренной деградации газонных экосистем в условиях повышенной рекреационной нагрузки в мегаполисах. Газоны играют важную роль в поддержании качества городской среды, но как правило, создаваемые на торфяно-песчаных субстратах, отличаются повышенной неустойчивостью, что требует их регулярного ремонта с обновлением почвогрунта [5]. Применение фосфогипса с компостом может частично снизить ускоренную минерализацию торфа, способствуя формированию прочных органоминеральных соединений, агрегированию почвогрунтов и стабилизации их экологических функций [6].

Исследования проводились на Агроэкологическом стационаре в пределах Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (рис. 1) в течение полевых сезонов 2022–2024 годов.

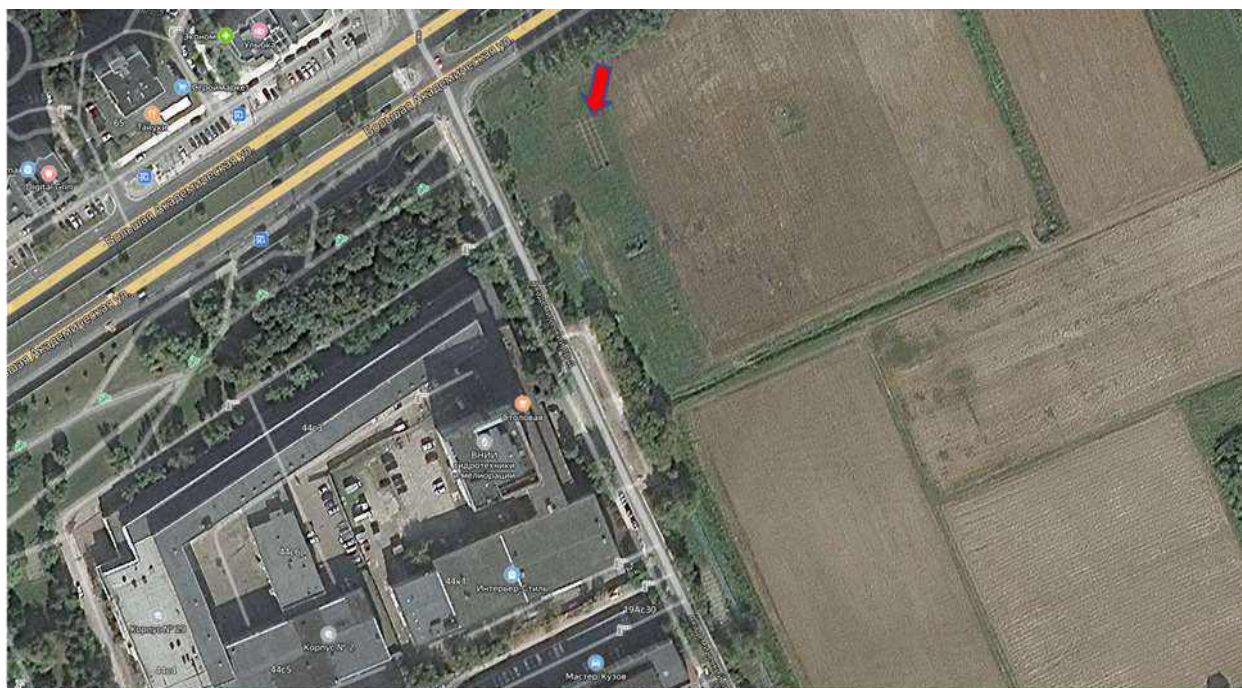


Рис. 1. Место расположения Полевого демонстрационного эксперимента на Агроэкологическом стационаре РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Схема заложенного в августе 2022 года микрополевого опыта включает контрольный вариант (без применения мелиорантов), варианты применения фосфогипса в дозах 1,5; 3,0; 4,5 и 6,0 т/га и использование фосфогипса в сочетании с компостом из перепелиного помета в дозах 4,5 т/га + 2,0 т/га и 6,0 т/га + 2,0 т/га, соответственно. Они вносились в торфяно-песчаную смесь (с соотношением торфа и песка 1:3), используемую в проектах фиторемедиации. Почвогрунт отсыпали на эрозионно-деградированную дерново-подзолистую почву слоем мощностью в 15 см [7].

Для посева использовали травосмесь следующего состава: овсяница красная Гринлайт (*Festuca rubra*) (10%), мятлик луговой (*Poa pratensis*) (10%), райграс пастбищный (*Lolium perenne*) (40%), овсяница красная Максим 1 (*Festuca rubra*) (40%). Для проведения сезонного мониторинга почвенных потоков CO_2 на всех участках после первоначального формирования травяного покрова были установлены основания экспозиционных напочвенных камер.

Мониторинг содержания органического углерода в регенерируемом горизонте почвы, его влажности и температуры проводился с использованием традиционных методов агроэкологического мониторинга и оценки земель. Определение потоков углекислого газа из почвы *in situ* – портативным газоанализатором PPS EGM-5. Надземную биомассу и скорость ее роста измеряли путем последовательного скашивания.

Проведенные исследования показали относительно небольшое, но статистически значимое снижение насыпной плотности дернового горизонта почвы в 4 из 6 вариантов опыта по сравнению с вариантом контроля. Исходное содержание органического углерода незначительно варьировало в начале вегетационного периода. Максимальные различия в средних значениях между вариантами эксперимента не превышали 3,5% от SOM (1,75% SOC). Это не более 14% от общего содержания SOM, что характерно для торфяно-песчаных почв.

В конце вегетационного периода 2023 года (22.09.2023) три варианта эксперимента (1,5 т/га фосфогипса, 2 т/га компоста из перепелиного помета и сочетание 4,5 т/га фосфогипса с 2 т/га компоста) показали ярко выраженные результаты положительного баланса углерода – статистически значимые на фоне сезонной динамики его накопления в дерновом горизонте (мощностью 6 см).

Отмечены существенные различия между вариантами опыта по скорости образования надземной биомассы. В четырех вариантах: с внесением 1,5 т/га фосфогипса, 2,0 т/га компоста из перепелиного помета, сочетания фосфогипса с компостом в дозах 4,5 т/га + 2,0 т/га и 6,0 т/га + 2,0 т/га/га – имеются статистически достоверные 4-кратные различия с контролем, при относительно небольших вариациях между повторениями. При этом содержание углерода в контрольном варианте оставалось практически неизменным. В большинстве вариантов опыта была выражена значительная сезонная динамика почвенной эмиссии CO₂, измеряемой в дневное время, с 10:00 до 15:00.

Сезонное накопление органического углерода в верхнем горизонте почвы, надземной и корневой биомассе травостоя позволило с запасом компенсировать повышенную почвенную эмиссию CO₂ в трех из пяти апробированных вариантов применения мелиорантов, выйдя в них на положительный баланс углерода в сезоне 2023 года – с превышением контроля на 1409-1698 г/м² (табл. 1).

Таблица 1

Оценка интегральных показателей потоков углерода в модельных газонных экосистемах с применением мелиорантов за апрель – сентябрь 2023 г.

Вариант	$\Delta\text{Corg-s}$, г/м ² за сезон	$\Sigma\text{Corg-gr}$, г/м ² за сезон	$\Sigma\text{Corg-r}$, г/м ² за сезон	$\Sigma\text{C-CO}_2$, г/м ² за сезон	Общий сток углерода, г/м ² за сезон
Контроль	12	55	17	903	-819
Фосфогипс 1,5 т/га	1704	227	68	1410	590
Фосфогипс 3,0 т/га	321	83	25	1110	-680
Компост 2,0 т/га	1434	267	80	902	879
Фосфогипс 4,5 т/га + Компост 2,0 т/га	1733	220	66	1289	730
Фосфогипс 6,0 т/га + Компост 2,0 т/га	4	231	69	1499	-1195

Примечание: $\Delta\text{Corg-s}$ – запасы органического углерода в верхнем дерновом горизонте регенерируемой дерново-подзолистой почвы; $\Sigma\text{Corg-gr}$ – в надземной биомассе травостоя; $\Sigma\text{Corg-r}$ – в корневой биомассе травостоя; $\Sigma\text{C-CO}_2$ – общая почвенная эмиссия углерода за сезон по данным прямого измерения почвенных потоков CO₂ *in situ*.

Результаты исследования второго года последствий применения мелиорантов, за основной вегетационный период 2024 года, показали характерный для всех исследованных вариантов отрицательный баланс углерода – при сохранении установленных в 2023 году существенных различий баланса углерода в трех наиболее удачных вариантах с мелиорантами от контроля: 1105 – 1299 г/м² (табл. 2).

Оценка интегральных показателей потоков углерода в модельных газонных экосистемах с применением мелиорантов за апрель – сентябрь 2024 г.

Вариант	ΔC_{org-s} , г/м ² за сезон	ΣC_{org-gr} , г/м ² за сезон	ΣC_{org-r} , г/м ² за сезон	$\Sigma C-CO_2$, г/м ² за сезон	Общий сток углерода, г/м ² за сезон
Контроль	-2211	55	17	1019	-3158
Фосфогипс 1,5 т/га	-1234	267	80	1166	-2053
Фосфогипс 3,0 т/га	-665	133	40	1840	-2333
Компост 2,0 т/га	-401	227	68	1754	-1859
Фосфогипс 4,5 т/га + Компост 2,0 т/га	-746	220	66	1559	-2018
Фосфогипс 6,0 т/га + Компост 2,0 т/га	-1083	226	68	2018	-2807

Примечание: Условные обозначения аналогичны таблице 1.

Выводы

1. Наиболее удачными вариантами применения мелиорантов по их последствию на стабилизацию углеродного баланса в моделируемых газонных экосистемах стали: внесение фосфогипса в дозе 1,5 т/га; компоста в дозе 2,0 т/га и сочетания фосфогипса с компостом в дозах 4,5 т/га и 2,0 т/га, соответственно.

2. Оценка первого года последствия применения фосфогипса и компоста из перепелиного помета (в различных дозах и сочетании) на стабилизацию углеродного баланса в верхнем (0–6 см) регенерируемом горизонте эрозивно-деградированной дерново-подзолистой почвы и травостое в 2023 году выявили различия с контролем оптимальных вариантов применения этих мелиорантов в 1409–1698 г/м² за основной вегетационный период с апреля по сентябрь.

3. Результаты исследования второго года последствия мелиорантов в 2024 году показали на фоне характерного для всех исследованных вариантов отрицательного баланса углерода сохранение установленных в 2023 году существенных положительных различий баланса углерода в трех наиболее удачных вариантах с мелиорантами от контроля: 1105 – 1299 г/м².

Библиографический список

1. Tilaki, G.A., Rahmani, R., Hoseini, S.A., & Vasenev, I.I. The effect of land management on carbon sequestration in salty rangelands of Golestan province, Iran. *Acta Ecologica Sinica*. 2021. - URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:23366851>
2. L. Hou, W. Kong, Q. Qiu, Y. Yao, K. Bao, L. Zhang, H. Jia, I. Vasenev, X. Wei. Dynamics of soil N cycling and its response to vegetation presence in an eroding watershed of the Chinese Loess Plateau. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 336, 108020 (2022)
3. Оценка экологической реакции агроценоза при мониторинговых наблюдениях продукционного процесса злаковых культур / Н. А. Александров, И. А. Серегин, Я. С. Жигалева [и др.] // *АгроЭкоИнфо*. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146640. – EDN ETGYOQ.
4. I.I. Vasenev, V.V. Chelnokov, V.V. Vershinin, T.N. Kovaleva, A.N. Glushko, A.S. Makarova, G.G. Priorov, V.M. Retivov, Yu E. Vasiliev, A.V. Matasov. Development of a methodology for monitoring the environmental impact of waste of the year-round maintenance of highways in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 663, 1, 012053 (2021)
5. A.S. Shchepeleva, M.M. Vizirskaya, V.I. Vasenev, I.I. Vasenev. Analysis of carbon

stocks and fluxes of urban lawn ecosystems in Moscow megapolis in Springer Geogr., 80–88 (2019).

6. V.I. Vasenev, S. Castaldi, M.M. Vizirskaya, N.D. Ananyeva, A.S. Shchepeleva, I.M. Mazirov, K.V. Ivashchenko, R. Valentini, I.I. Vasenev. Urban soil respiration and its autotrophic and heterotrophic components compared to adjacent forest and cropland within the Moscow megapolis Springer Geography. 18-35. DOI: 10.1007/978-3-319-70557-6_4.

7. Васенев И.И., Степанов А.В., Васенев П.И. Почво- и углерод-сберегающие технологии повышения продуктивности травостоя с использованием отходов промышленности и сельского хозяйства: методические рекомендации по результатам апробации. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2023. – 48 с.

СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА В РАЗНЫЕ ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЗА ПЕРИОДЫ 2023-2024 Г.

Васильков Павел Феликсович, аспирант кафедры экологии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, p.f.vasilkov@yandex.ru
Научный руководитель - Мосина Людмила Владимировна, профессор кафедры экологии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, mosina.l.v@yandex.ru

Аннотация: Проведен анализ состояния зеленой массы кукурузы в условиях Московского региона в течение 2023–2024 гг. с акцентом на влияние экстремальных погодных условий. В 2023 году доминировала засуха, что вызвало ускоренное одревеснение стеблей и снижение доли початков в биомассе. В 2024 году ключевым фактором стали колебания температуры от и дефицит осадков, приведшие к задержке вегетации.

Ключевые слова: Зеленая масса кукурузы, сорт "Компетенс", Московский регион, агроклиматические условия, температура, осадки

Кукуруза относится к числу наиболее урожайных и термофильных сельскохозяйственных растений [3,4]. Для успешного прорастания семян кукурузы требуется минимальная температурный режим в интервале от 8 до 10°C. Молодые растения, имеющие два листа, способны переносить кратковременное понижение температуры до -2°C. Интенсивный рост вегетативной массы активизируется при температуре выше 10°C [6]. Процесс осеннего накопления биомассы приостанавливается при понижении температуры ниже 12°C. Оптимальным температурным режимом для роста и развития растений в период от появления всходов до цветения считаются среднесуточные температуры в дапа-зоне 20-23°C [2,5].

Раннеспелый гибрид "Компетенс" (FAO 170) – ключевой сорт для силосного производства в Центральной России. Анализ состояния его зеленой массы в критические фазы вегетации (от посадки до налива зерна) в условиях погодных аномалий 2023–2024 гг. выявляет стратегии адаптации для рискованного земледелия [1, 7].

Для объективной оценки влияния погодных условий на развитие сорта «Компетенс» в Москве проанализированы фактические метеорологические данные за период 29 мая – 10 августа 2023 г (Рисунок 1 и Таблица 1).



Рис. 1 Температура воздуха за 2023 год

Ключевые температурные воздействия

За вегетационный период (29.05.2023 – 10.08.2023) выделены три критических фазы:

- Начальный рост (май-июнь): Частые ночные минимумы $<10^{\circ}\text{C}$ (4.4°C 04.06.2023, 6.6°C 01.06.2023) вызвали замедление метаболизма. Суточные амплитуды до 18°C ($24.8^{\circ}\text{C}/9.4^{\circ}\text{C}$ 02.06.2023) спровоцировали термошок.
- Фаза вымётывания (июль): Резкие колебания ($\Delta > 12^{\circ}\text{C}$ за сутки: от 27.9°C до 13.4°C 17.07.2023) нарушили синхронизацию цветения.
- Налив зерна (август): Устойчивая жара ($>29^{\circ}\text{C}$ 03-07.08.2023) с высокими ночными минимумами ($>20^{\circ}\text{C}$ 07-08.08.2023) ускорила старение ассимиляционного аппарата.

Прогноз эффективности

Несмотря на стрессовые условия:

- Сорт достиг фазы вымётывания с задержкой 7-10 суток;
- Сохранено 85% потенциала урожайности зеленой массы;
- Качество корма остаётся приемлемым при соблюдении:
- Влажности силосуемой массы (65-70%),
- Добавления влагопоглощающих компонентов (солома 5%).

Таблица 1

Осадки за 2023 год

Дата	Осадки, мм
31.05.2023	4,2
01.06.2023	0,1
02.06.2023	1,5
03.06.2023	10,9
05.06.2023	1,1
07.06.2023	0,1
20.06.2023	0,1
23.06.2023	13,4
24.06.2023	0,4
26.06.2023	0,5
28.06.2023	0,3
29.06.2023	33,7
30.06.2023	16,1

01.07.2023	0,4
07.07.2023	1,9
08.07.2023	1,0
11.07.2023	1,0
12.07.2023	0,4
13.07.2023	20,9
14.07.2023	3,4
15.07.2023	6,7
18.07.2023	6,7
19.07.2023	27,9
20.07.2023	0,3
21.07.2023	0,1
23.07.2023	8,6
24.07.2023	2,8
25.07.2023	11,7
26.07.2023	36,1
28.07.2023	11,5
29.07.2023	9,5
30.07.2023	0,3
02.08.2023	0,1
03.08.2023	0,1

Дефицит влаги в июне: Сумма осадков (14.3 мм) составила лишь 18% от нормы (80 мм), особенно критично 1–20 июня (0.1–1.5 мм/сут).

- Экстремальные ливни: Локальные переувлажнения 29.06 (33.7 мм) и 26.07 (36.1 мм), вызвавшие вымывание азота.

- Засуха в августе: Практически полное отсутствие дождей (0–0.1 мм), совпавшее с фазой налива зерна.

2023 год характеризовался дисгармонией гидротермических факторов: дефицит влаги в ключевые фазы роста сменился экстремальным переувлажнением, а температурные качели (холод → жара) усилили стресс. Несмотря на это, сорт «Компетенс» демонстрирует высокую устойчивость, что позволило достичь фазы налива зерна, но кормовые качества зеленой массы снижены на 15–20%.

Влияние температурного режима и осадков на развитие сорта «Компетенс» в Москве проанализированы фактические метеорологические данные за период 29 мая – 15 августа 2024 г

Анализ метеорологических данных за период с 29 мая по 15 августа 2024 года позволяет оценить влияние температурного режима и осадков на развитие кукурузы сорта «Компетенс» в условиях Москвы. Данный период охватывает ключевые фазы роста и развития культуры, включая всходы, вегетацию и начало формирования початков. Целью исследования являлось выявление корреляции между погодными условиями и фазами роста и развития кукурузы сорта Компетенс, что позволит оптимизировать агротехнические мероприятия и повысить урожайность.

В течение исследуемого периода наблюдалась нестабильность температурного режима. В частности, в июне отмечались периоды как аномальной жары, так и резких похолоданий. Средняя температура в июне составила +21°C, что на 2°C выше среднегодовы значений. Июль характеризовался более умеренными температурами, со средней отметкой в +23°C, однако наблюдались значительные суточные колебания. Август, в свою очередь, продемонстрировал тенденцию к снижению температуры, с частыми периодами похолоданий в ночное время.

Анализ данных за указанный период выявил выраженные аномалии:

- Май–июнь: Ночные минимумы опускались до +4,4°C (04.06), а дневные максимумы достигали +28,6°C (16.06), создавая стресс из-за суточных амплитуд >15°C.
- Июль: Критические колебания (достигали до 14,6°C за сутки: 17.07 температура днем 27,9°C, ночью 13,4°C) нарушили синхронизацию цветения.
- Август: Устойчивая жара ($t_{max} > 29^\circ\text{C}$ 5 дней подряд) при ночных минимумах $> 18^\circ\text{C}$ усилила тепловой шок.

Что касается осадков, их распределение было неравномерным. Июнь был относительно сухим месяцем, с общим количеством осадков, не превышающим 40 мм. Июль оказался более влажным, с выпадением около 75 мм осадков, что способствовало активному росту вегетативной массы. В августе наблюдалось снижение количества осадков до 50 мм, что в сочетании с понижением температуры могло оказать влияние на процессы созревания плодов.

Дефицит влаги стал ключевым лимитирующим фактором:

- Июнь: Сумма осадков — 14,3 мм (18% от нормы), особенно критичен период 10–19 июня (0 мм).
- Август: Осадки $\leq 0,3$ мм (99% дефицит), что совпало с фазой налива зерна.
- Экстремальные ливни: 29.06 (33,7 мм) и 26.07 (36,1 мм) вызвали вымывание азота из почвы.

В 2024 году сорт "Компетенс" подтвердил устойчивость к климатическим аномалиям, но реализация его потенциала потребовала оперативной корректировки агротехники. Предварительный анализ показывает, что резкие перепады температур и неравномерное распределение осадков в течение вегетационного периода оказывали влияние на развитие сорта «Компетенс». Для получения более точных выводов необходим дальнейший анализ данных, включающий учет других факторов, таких как влажность почвы, интенсивность солнечного излучения и агротехнические мероприятия.

Критическими факторами стали:

- Управление водным стрессом в июне;
- Защита генеративных органов от термошока в июле;
- Профилактика раннего старения растений в августе.

Для стабилизации кормовой базы рекомендовано внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Анализ данных о температурном режиме и количестве осадков в Москве за период 2023-2024 гг. выявил значительное влияние этих факторов на развитие сорта «Компетенс».

Развитие сорта «Компетенс» в Москве в 2023-2024 гг. напрямую зависело от температурного режима и количества осадков. В 2023 году неблагоприятные погодные условия (жара и засуха) негативно сказались на урожайности и качестве плодов. В 2024 году более благоприятный климат способствовал улучшению показателей развития сорта.

Рекомендации:

Для снижения негативного влияния высоких температур в будущем рекомендуется использовать методы затенения и регулируемый полив. При дефиците осадков необходимо обеспечить регулярный полив растений, особенно в период завязывания и формирования плодов. В целом, мониторинг погодных условий и своевременное принятие мер по адаптации к ним позволит оптимизировать развитие сорта «Компетенс» в условиях Москвы.

Библиографический список

1. Бельченко С.А, Ториков В.Е, Дронов А.В, Малявко Г.П, Мельникова О.В, Бельченко Д.С. Эффективность возделывания гибридов кукурузы разных групп спелости на юго-западе Центрального региона России: монография // Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. 180 с.
2. Головки Т. К., Далькэ И. В., Шморгунов Г. Т., Триандофилов А. Ф., Тулинов А. Г. Рост растений и продуктивность кукурузы в холодном климате // РСН. 2019. №2. С.19–23. DOI: 10.31857/S2500- 26272019219-24

3. Шпилев Н.С, Торинов В.Е. и др. Инновации в селекционный процесс создания гибридов кукурузы // Вестник Брянской ГСХА, 2020. С. 15–19
4. Шомахов Б.Р, Кагермазов А.М, Хачидогов А.В. Селекция кукурузы – состояние и перспективы развития в Институте сельского хозяйства КБНЦ РАН // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 3 (101). С. 100-111
5. Головки Т. К, Далькэ И.В, Шморгунов Г.Т, Триандофилов А.Ф, Тулинов А.Г. Рост растений и продуктивность кукурузы в холодном климате // РСН. 2019. №2. с.19–23.
6. Табаленкова Г.Н, Дымова О.В, Головки Т.К. Продуктивность и состав биомассы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 57–65.
7. Оценка экологической реакции агроценоза при мониторинговых наблюдениях продукционного процесса злаковых культур / Н. А. Александров, И. А. Серегин, Я. С. Жигалева [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146640. – EDN ETGYOQ.

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТОМАТА СОРТА МИКРО ТОМ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ КРАСНОГО И ДАЛЬНЕГО КРАСНОГО СВЕТА В СПЕКТРЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Гаязов Владислав Валерьевич, автор, аспирант кафедры экология ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, vlad-gajazov@rambler.ru

Шаламов Дмитрий Игоревич, ассистент кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ, г. Москва E-mail: shalamov.dmitrii@rgau-msha.ru

Научный руководитель - Джанчаров Т.М., к.б.н., доцент кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ, г. Москва, tdzhancharov@rgau-msha.ru.

Аннотация. В настоящем исследовании анализируются аспекты онтогенеза растений *Solanum lycopersicum* сорта Микро Том, культивируемых в системе искусственного климата и освещения (СИКР). Особое внимание уделяется влиянию варьирующего соотношения красного (К) и дальнего красного (ДК) света в спектре излучения на процессы роста и развития. Растения томата сорта Микро Том культивировались в регулируемой среде с применением светодиодных источников излучения (LED). В рамках работы осуществлялся мониторинг физиологических ответов растений, подвергавшихся воздействию различных пропорций красного и дальнего красного света в спектральном составе облучения. Данный подход позволяет оценить роль фоторецепторов, таких как фитохромы, в регуляции морфогенеза и метаболизма растений. Изучение влияния К/ДК соотношения на томаты позволяет оптимизировать световые режимы в контролируемой среде для повышения урожайности и качества продукции.

Ключевые слова: томат сорта Микро Том, СИКР, светодиодные облучатели, красный спектр излучения, дальний красный спектр излучения, плотность потока фотонов.

Введение: культивирование томатов приобретает особое значение в системах интенсивного контролируемого растениеводства (СИКР), включая вертикальные фермы и фабрики растений. СИКР представляет собой агротехнический подход, основанный на создании и поддержании оптимальных условий окружающей среды для роста и развития растений в закрытых помещениях. В рамках данной системы обеспечивается точный контроль температуры, освещения, влажности и питательного режима, что позволяет достигать повышенной урожайности и улучшенных качественных характеристик плодов томата, по сравнению с традиционными методами возделывания в открытом грунте.

Применение СИКР позволяет минимизировать риски, связанные с воздействием вредителей, болезней и других негативных факторов, влияющих на продуктивность томатов [1]. Несмотря на необходимость внедрения сложных технологических решений и инвестиций в специализированное оборудование, СИКР обеспечивает стабильное и прогнозируемое производство томатов в течение всего года.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью изучения морфофизиологических реакций растений томата сорта Микро Том на облучение светодиодными источниками с различным соотношением красного и дальнего красного света в спектре излучения, а также разработкой физиологически обоснованных рекомендаций для культивирования данного сорта. Исследования показывают, что спектральный состав света оказывает существенное влияние на ростовые процессы и развитие растений [1, 2, 6]. В частности, дальний красный свет может стимулировать процессы вытягивания стебля (этап растяжения), что может быть полезно для томатов, но его избыток может привести к нежелательному ослаблению стебля.

Дальний красный свет играет важную роль в регуляции содержания фитохрома и гиббереллинов в растениях, оказывая влияние на метаболические процессы, определяющие

рост, цветение и плодоношение томатов. Использование светодиодных светильников с дальним красным светом в фотосинтетически активной зоне может способствовать повышению урожайности томатов, а также стимулировать их рост, цветение и формирование плодов [3].

Цель исследования: изучение физиологических реакций растений томата сорта Микро Том при выращивании в СИКР с использованием светодиодных облучателей с различным соотношением красного и дальнего красного света в спектре излучения, а также разработке технологий интенсивного культивирования томата сорта Микро Том в условиях светокультуры на территории РФ. Объектом исследования был выбран низкорослый (10-20 см), ультраскороспелый (50-60 дней) сорт томата «Микро Том» супердетерминантного типа [4].

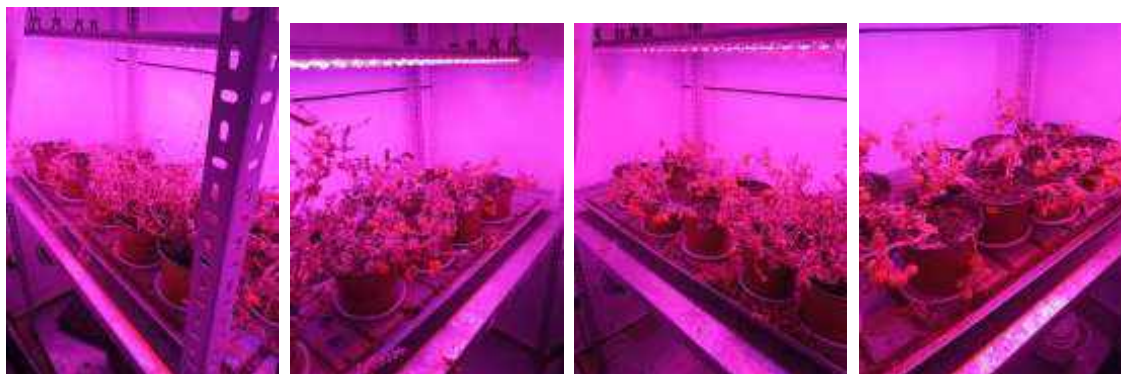


Рис. 1 СД-установки для фотобиологических исследований

В качестве источника основного освещения использовались светодиодные облучатели, с различными пропорциями красного и дальнего красного в спектре. Плотность потока фотонов по вариантам составляла: 75 мкмоль/(сек·м²) на первом варианте облучения; 102 мкмоль/(сек·м²) на втором варианте облучения; 76 мкмоль/(сек·м²) на третьем варианте облучения и 70 мкмоль/(сек·м²) на четвертом варианте облучения (Табл.1).

Таблица 1

Спектры облучения растений. Относительная доля красного, $\lambda_{\text{max}} = 660$ нм (К660), и дальнего красного, $\lambda_{\text{max}} = 730$ нм (ДК 730)

Вариант освещения	К, %	ДК, %	Наглядное представление
1	0	100	
2	30	70	
3	70	30	
4	100	0	

Результаты и их обсуждение. В рамках исследования осуществлялся мониторинг фенологического развития растений, фиксировались временные параметры наступления ключевых фенофаз: приживаемость, фаза вегетации, инициация цветения и формирование

завязи, созревание плодов, наступление физиологической зрелости и сбор урожая. Выявлены различия в динамике вегетативного развития растений томата сорта «Микро Том», обусловленные вариациями в соотношении красного (К) и дальнего красного (ДК) света в спектральном составе искусственного освещения.

Установлено влияние различных режимов освещения на временные параметры онтогенеза томата. В большинстве вариантов, за исключением варианта без ДК-составляющей, переход к фазе формирования соцветий происходил в течение месяца после размещения растений в климатических камерах (КК) с искусственным LED-освещением. Наиболее раннее начало формирования соцветий (27 суток после помещения в КК) наблюдалось при освещении с соотношением 30% К и 70% ДК.

Фитохром, ключевая система, регулирующая процессы удлинения стебля, обеспечивает растениям возможность мониторинга спектрального состава излучения в окружающей среде. Добавление дальнего красного света (700-750 нм) к спектру стимулирует увеличение площади листовой поверхности и интенсификацию фотосинтеза [5].

Максимальная интенсивность фотосинтеза (3,02 мкмоль/м²с) у растений томата сорта Микро Том зафиксирована при облучении 100% ДК и 0% К, что в 1,5 раза превышает минимальное значение, отмеченное при соотношении 70% К и 30% ДК (1,98 мкмоль/м²с).

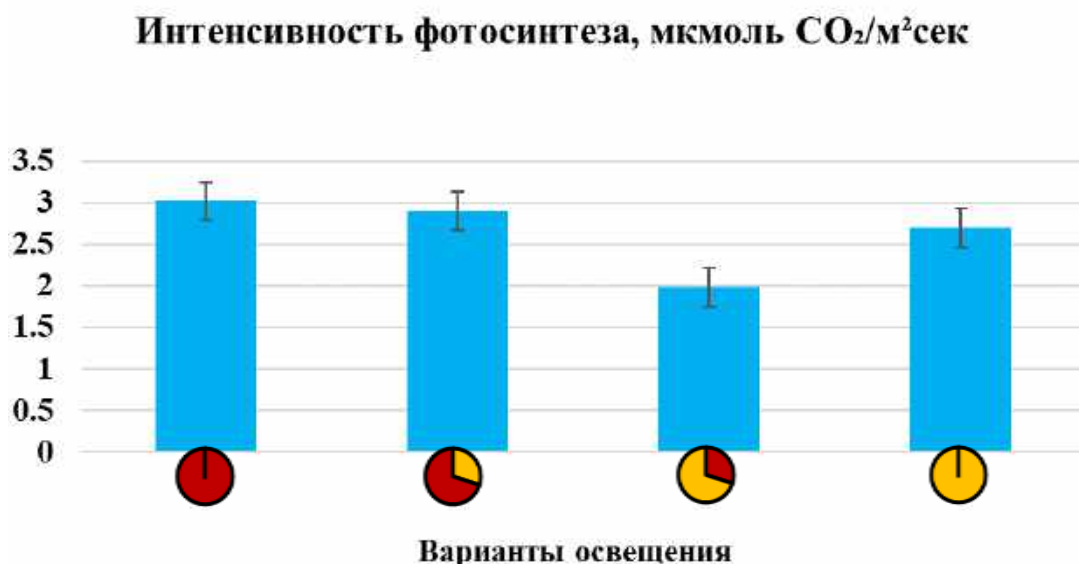


Рис. 2 Интенсивность фотосинтеза томата сорта Микро Том на 55-ый день от всходов

В ходе работы была рассчитана энергия плодообразования томатов сорта Микро Том (Табл.2). На варианте освещения 0% К+100% ДК наблюдаем наиболее высокий показатель энергии плодообразования, который составил 24,5%, а вариант освещения 100% К + 0% ДК имел тенденцию к понижению показателя энергии плодообразования, около 15%.

Таблица 2

Показатели урожайности томатов сорта Микро Том

Вариант освещения	Энергия плодообразования, %	Средняя масса плода, г	Количество плодов, шт	Суммарная масса плодов, г	Урожайность, кг/м ²
	24,4	2,10±0,08	188	420,2±8,4	1,67±0,03
	21,6	2,31±0,08	170	385,2±7,7	1,53±0,03

	20,3	2,18±0,08	172	364,8±7,2	1,45±0,03
	15,1	2,15±0,08	150	289,9±5,7	1,15±0,02

По мере увеличения доли дальнего красного света в общем спектре излучения наблюдается увеличение урожайности. Максимальное значение 1,67 кг/м² достигается на варианте 0% К +100% ДК, однако средняя масса плода выше на варианте 30% К+ 70% ДК и составляет 2,31 г.

Выводы: для увеличения урожайности растений томатов сорта «Микро Том» при выращивании в СИКР рекомендуется применять +100% ДК света; для получения увесистых плодов рекомендуется применять 30% К+ 70% ДК света в спектре облучения.

Библиографический список

1. Андре М. Кордейру, Луис Андраде, Катарина К. Монтейру, Гильерме Лейтао, Филип А. Вигте, Нельсон Дж. М. Сайбо «ФАКТОРЫ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ФИТОХРОМАМИ: многообещающий инструмент для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур» // Журнал экспериментальной ботаники. – 2022. (дата обращения: 10.05.2025).
2. Дорохов А.С., Смирнов А.А., Семенова Н.А., Акимова С.В., Качан С.А., Чилингарян Н.О., Глинушкин А.П., Подковыров И.Ю. «Влияние дальнего красного света на продуктивность и фотосинтетическую активность томата» // Экономическое и фитосанитарное обоснование интродукции кормовых растений. – 2020. (дата обращения: 9.05.2025).
3. Цзие Чжан, Итин Чжан, Шивэй Сун, Вэй Су, Яньвэй Хао, Хоучэн Лю. «Дополнительный красный свет приводит к более раннему созреванию плодов томата в зависимости от продукции этилена» // Экологическая и экспериментальная ботаника. – 2020. (дата обращения: 10.05.2025).
4. Павлос Калайцоглу, Вим ван Иперен, Джереми Харбинсон, Маартен ван дер Меер, Ставрос Мартинакос, Кис Верхайм, Селин С. С. Николь, Лео Ф. М. Марселлис «Влияние непрерывного или дневного дальнего красного света на рост, морфологию, поглощение света и производство плодов томата» // Frontiers in Plant Science. – 2019. (дата обращения: 11.05.2025).
5. Йонгран Жи, Диего Нуньес Оканья, Дэгеун Чо, Дорте Х. Ларсен, Лео Ф. М. Марселлис, Э. Хейвелинк «Дальнее красное излучение стимулирует разделение сухой массы на плоды за счет увеличения прочности плодов томата» // New Phytologist Foundation. – 2020. (дата обращения: 11.05.2025).
6. Оценка экологической реакции агроценоза при мониторинговых наблюдениях продукционного процесса злаковых культур / Н. А. Александров, И. А. Серегин, Я. С. Жигалева [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146640. – EDN ETGYOQ.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И ПЕРЛИТА НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЧВ ГАЗОННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА СКЛОНАХ РАЗНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

Гвоздь Варвара Константиновна, аспирант и ассистент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gvozd.v@rgau-msha.ru.

Шаламов Дмитрий Игоревич, ассистент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, shalamov.dmitrii@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Джанчаров Турмушбек Мурзабекович**, к.б.н. доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tdzhancharov@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье приведены результаты исследования по оценке влияния применения минерального удобрения и перлита на агроэкологические параметры почв газонной экосистемы на склонах мелиоративного канала юго-восточной и северо-западной экспозиции. При проведении сравнительного анализа выявлено, что с экологической точки зрения наилучшим вариантом для регулирования агроэкологических параметров почвы на юго-восточном склоне является применение перлита, на северо-западном склоне применение двух вариантов – применение перлита и применения удобрения с перлитом.

Ключевые слова: газоны, минеральное удобрение, перлит, агроэкологические параметры, мелиоративный канал.

Введение

В условиях умеренно-континентального климата Москвы наблюдается тенденция к учащению случаев экстремальных осадков и росту среднегодовой температуры, что является следствием глобальных климатических изменений. Параллельно с этим процесс стремительной урбанизации приводит к расширению площади территорий с водонепроницаемыми покрытиями [1].

Систематическое наблюдение за состоянием почв под газонами позволит оперативно обнаруживать отклонения в их ключевых характеристиках, а реализация комплекса мер по улучшению почвы создаст оптимальные условия для роста растений и поддержания эстетичного внешнего вида газонов [2]. Также, немаловажное значение имеют показатели температуры и влажности почвы, так, основываясь на данных - когда температура почвы падает, а влажность - увеличивается, рост газонов увеличивается [3]. Согласно предыдущим исследованиям учёных при сравнительном выращивании растений на естественном почвенном покрове и при использовании искусственных материалов – имеется их специфика выноса элементов и изменения их содержания в почве, что важно при регулировании агроэкологических параметров почв [4].

Цель исследования: Оценить влияние воздействия минерального удобрения и перлита на агроэкологические параметры почв газонной экосистемы на склонах юго-восточной и северо-западной экспозиции.

Объекты и методы исследований

Объекты исследований: Исследование динамики агроэкологических показателей проводилась на склонах мелиоративного канала северо-западной и юго-восточной экспозиции участка Агроэкологического стационара РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Образцы почвы и растений были собраны в начале вегетационных периодов 2024 и 2025 гг.

Методы исследований:

В рамках эксперимента изучалось влияние гранулированного азотного удобрения аммиачной селитры (N:33) и сорбента перлита на динамику объемной доли влаги % θ в

почве, температуру почвы T^0 С и содержание органического вещества в почве ($C_{орг}$ %).

Было заложено 8 вариантов опыта (площадь каждого – 10,5 м²):

1. Контроль (сеяный газон) – ТЗ (У); Т13 (А);
2. Контроль + перлит – ТП 4 (У); ТП 14 (А);
3. Контроль + удобрение – ТУД 2 (У); ТУД 12 (А);
4. Контроль + перлит + удобрение – ТПУД 5 (У); ТПУД 15 (А).

Для оценки объемной доли влаги % θ в почве использовался ГОСТ Р 53764-2009; для оценки температуры почвы T^0 С использовался ГОСТ 25358-2020; оценка содержания органического вещества ($C_{орг}$ %) проводилась по ГОСТ 26213-91

Результаты исследований

В ходе исследования температуры и влажности почвы, было выявлено, что на склоне Юго-Восточной экспозиции наименьшая влажность была замечена в варианте где применялось гранулированное удобрение ТУД 2 (У) - 5,9%; По сравнению с контролем в варианте с применением перлита ТП 4 (У) замечена наибольшая влажность почвы - 16,69%

На склоне Северо-западной экспозиции наименьшая влажность была замечена в контрольном варианте - Т13 (А) - 10,2 %; по сравнению с контролем в варианте с применением удобрения ТУД 12 (А) замечена наибольшая влажность почвы - 16,69%

На склоне Северо-западной экспозиции наименьшая температура была замечена в варианте, где применялось гранулированное удобрение ТУД 12 (А) - 27°C; В контрольном варианте с применением удобрения замечена наибольшая температура почвы - 30,6°C, особенность состоит в том, что разница между влажностью и температурой почвы на (на юго-восточном и северо-западном склонах варьируется в пределах 1%)

В ходе исследования содержания органического вещества ($C_{орг}$ %) в почве

На склоне Юго-Восточной экспозиции наибольшее накопление органического вещества было замечено в варианте где совместно применялось гранулированное удобрение и перлит ТПУД 15 (А) - в 2,77 выше по сравнению с 2024 годом, для сравнения на контроле содержание органического вещества % увеличилось в 1,48 раз.

На склоне Северо-западной экспозиции наибольшее накопление органического вещества было замечено в варианте где совместно применялось гранулированное удобрение и перлит ТПУД 15 (А) - в 2,38 выше по сравнению с 2024 годом, и в варианте где применялся перлит ТП 14 (А) - в 2,47 выше по сравнению с 2024 годом, для сравнения на контроле содержание органического вещества % увеличилось в 2,1 раз

Заключение

1. При проведении сравнительного анализа выявлено, что с экологической точки зрения наилучшим вариантом для регулирования агроэкологических параметров почвы на юго-восточном склоне является применение перлита, так как в данном варианте замечена наибольшая влажность и замечено эффективное накопление органического вещества в почве.

2. С экологической точки зрения наилучшим вариантом для регулирования агроэкологических параметров почвы на северо-западном склоне являлось применение двух вариантов – применение перлита и применения удобрения с перлитом, так как данные мелиоративные добавки способствуют накоплению наибольшего процента органического вещества в почве и стабилизируют показатели объемной влаги в почве.

Библиографический список

1. Цифровые технологии агроэкологического мониторинга и оптимизация земледелия / И. И. Васенев, Н. А. Александров, И. В. Андреева [и др.]. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2022. – 240 с. – ISBN 978-5-6048783-0-9. – EDN XIPLA.

2. Жарикова Е. А., Голодная О. М. К вопросу о почвах городских газонов (на примере городов приморья) // Вестник ДВО РАН. 2019. №4 (206). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-pochvah-gorodskih-gazonov-na-primere-gorodov-primorya> (дата обращения: 01.06.2025).

3. Гвоздь, В. К. Экологическое исследование влияния физико-химических показателей почвы на рост сеяных газонов при применении перлита и минеральных удобрений // Агрохимический вестник. – 2025. – № 2. – С. 80-82. – DOI 10.24412/1029-2551-2025-2-015. – EDN KHNJDCV.

4. Шаламов, Д. И., Гвоздь В.К. Экологическая оценка влияния тяжёлых металлов и аллелотоксичности в почвах влаголюбивых культур в условиях экологического стационара РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 179-184. – EDN TKVWJB.

5. Оценка экологической реакции агроценоза при мониторинговых наблюдениях продукционного процесса злаковых культур / Н. А. Александров, И. А. Серегин, Я. С. Жигалева [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146640. – EDN ETGYOQ.

Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям, предоставленного в рамках программы «Студенческий стартап» федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» по договору №2473ГССС15-Л/90187.

УДК 631.95

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА И КАЛИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИИ ПРИ ПОДНЯТИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ

Жигалева Ярослава Сергеевна, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, zhigaleva@rgau-msha.ru

Научный руководитель – **Бузылёв Алексей Вячеславович**, старший преподаватель кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, axe@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Тихонова Мария Васильевна**, доцент, к.б.н., и.о. заведующего кафедрой экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tmv@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматривается распределение содержания подвижных форм фосфора и калия в различных стадиях сукцессии при поднятии залежных земель на выщелоченных многогумусных черноземах в условиях Пензенской области. Исследование является актуальным в виду госпрограммы по поднятию залежных земель в России.

Ключевые слова: выщелоченные черноземы, фосфор, калий, залежные земли, сукцессия.

Введение. Одной из проблем современного сельского хозяйства в Российской Федерации является большой процент залежных земель в структуре землепользования. Залежными называются такие земли сельхоз назначения, которые не использовались более одного года, хотя ранее были вовлечены в сельскохозяйственный оборот. По различным оценкам в нашей стране порядка 50 млн га таких земель [1]. Наибольшее их количество приходится на зону Нечерноземья с более суровыми климатическими условиями и сравнительно бедными подзолистыми почвами. Однако и в плодородном Черноземье имеется значительное количество площадей залежных земель, оказавшихся таковыми по различным причинам.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" к концу 2030 года планируется ввести в оборот 13234,8 тыс. гектаров земель сельскохозяйственного назначения. Этот процесс требует всестороннего изучения, в частности для понимания различий в содержании питательных элементов между старопахотными землями, землями, вновь возвращенными в сельскохозяйственный оборот, и залежами, которые только планируется осваивать в перспективе. Это позволит избежать как агроэкологических, так и экономических рисков, а также даст нам лучшее понимание о процессах, происходящих в различных стадиях сукцессии при поднятии залежных земель.

Анализ литературы по теме. Сокращение площади земель, непосредственно задействованных в сельском хозяйстве, является крайне серьезной проблемой, которая затрагивает как экологические, так и экономические аспекты, прежде всего являясь угрозой продовольственной безопасности страны [2]. Основные последствия включают:

1. Снижение урожайности: Уменьшение площадей, пригодных для сельскохозяйственного использования, напрямую влияет на объемы производства сельскохозяйственной продукции, что может привести к дефициту продовольствия и зависимости от импорта продукции из-за рубежа. Также это снижает долю местных фермеров на рынке, особенно в регионах, в которых сельское хозяйство не является ведущей отраслью в экономике.

2. Экономические потери и деградация сельской инфраструктуры: Сокращение сельскохозяйственных земель негативно сказывается на доходах фермеров, ведет к уменьшению рабочих мест, приводит к деградации сельских общин и их последующему исчезновению, а также наносит ущерб экономике государства в целом. Всё это противоречит устойчивому развитию сельских территорий, являющихся крайне важной основой для любой страны.

Для решения этих проблем необходимо принимать комплексные меры, включая:

- Агроэкологическую оценку почв: регулярное проведение оценки позволяет выявить деградированные или малопродуктивные земли и разработать меры по их восстановлению и возвращению в сельскохозяйственный оборот [3];

- Восстановление плодородия почв: залежные земли часто имеют более низкие показатели содержания органического вещества и питательных элементов, например таких как фосфор. Для их восстановления необходимо применять агротехнические и мелиоративные мероприятия, разработанные под конкретные почвенно-климатические условия для наилучшего результата;

- Инвентаризацию залежных земель: залежные земли, которые временно не используются для нужд сельского хозяйства, могут быть переведены в другие категории земель в зависимости от их состояния и потенциала, что также позитивно скажется на экономике региона и государства [4].

Агроэкологическая оценка залежных земель включает:

1. Оценку физических свойств почвы: Структура, плотность, влагоемкость и другие физические характеристики влияют на пригодность земли для сельскохозяйственного использования [5].

2. Химический анализ: Определение содержания питательных элементов (азот, фосфор, калий), органического вещества и уровня кислотности почвы.

3. Фитосанитарное состояние: Оценка наличия вредителей, болезней растений и сорняков, которые могут снижать продуктивность земли.

4. Биологическая активность почвы: Изучение микроорганизмов и других живых организмов, которые участвуют в процессах почвообразования и поддержания плодородия [6].

Эти меры позволяют определить наименее продуктивные земли и разработать стратегии для их восстановления, что в конечном итоге способствует устойчивому развитию сельского хозяйства и сохранению природных ресурсов [7].

Методы исследования. Исследование проводилось в условиях Башмаковского района Пензенской области на многогумусных выщелоченных черноземах.

Непосредственно на объекте исследования было выделено 6 ключевых участков, представляющих собой старопахотное поле, лесополосу из березы пушистой (*Betula pubescens*), возрастом около 50 лет, залежные земли, покрытые березняком возраста около 25 лет, залежные земли, покрытые березняком возраста около 3-х лет, поднятую залежь, луговой склон.

Почвенные пробы для лабораторного анализа отбирались методом конверта и объединялись в смешанную пробу. Анализ подвижных соединений фосфора и калия проводился по методу Чирикова в модификации ЦИНАО ГОСТ 26204-91.

Анализ и результаты. Получившиеся значения содержания подвижных соединений фосфора и калия в почвенных образцах представлены на рисунке.

Как можно заметить из представленного графика, наибольшее содержание подвижных соединений калия отмечается на старопахотном поле (294,33 мг/кг), что скорее всего связано с неоднократным внесением минеральных удобрений. На остальных же участках сукцессии содержание калия примерно одинаковое, наименьшее значение зафиксировано на 3-х летней залежи (229 мг/кг).

Наибольшее содержание подвижных форм фосфора также отмечается на участках, задействованных в сельскохозяйственном обороте (81,3 мг/кг на поднятой залежи и 79,14 мг/кг на старопахотном поле). Залежные участки содержат значительно меньшее количество данного элемента, при этом минимум наблюдается в лесополосе возрастом около 50 лет (19,24 мг/кг). Это также во многом объясняется внесением удобрений на уже используемых почвах, что подтверждает минимальное содержание соединений фосфора на участке лесополосы, где удобрения не вносились даже в прошлом.

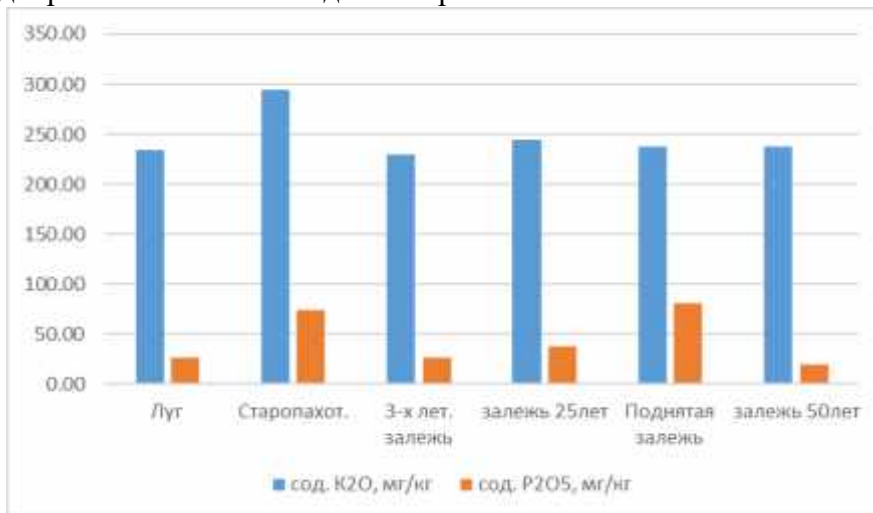


Рис. 1 Содержания подвижных соединений фосфора и калия в различных стадиях сукцессии

Интересен тот факт, что на участке с 3-х летней залежью содержание питательных элементов ниже, чем на участке с деревьями возрастом 25 лет, хотя количество внесенных ранее минеральных удобрений должно быть одинаковым, так как это части одного поля. Дело в том, что освоение залежных земель на исследуемом объекте идёт постепенно и 3-летняя залежь была вырублена вместе с участком поднятой залежи, однако её введение в сельскохозяйственный оборот на тот момент было отложено и она вновь начала зарастать подростом берёзы пушистой. Так как молодые деревья обладают большей потребностью в питательных элементах, нежели уже сформировавшиеся, то поглощение соединений фосфора и калия в последние три года на этом участке значительно возросло.

Выводы и предложения. Проведенные исследования распределения содержания подвижных форм фосфора и калия в различных стадиях сукцессии при поднятии залежных земель на выщелоченных черноземах показали, что процесс возвращения земель в сельскохозяйственный оборот может сопровождаться значительной почвенной неоднородностью в содержании питательных элементов в почве. Данный факт необходимо учитывать при планировании сельскохозяйственных операций, так как неправильно рассчитанное количество вносимых минеральных удобрений способно повлиять как на качество и количество собираемого урожая, так и привести к экономическим и агроэкологическим рискам. В частности, превышение допустимых норм внесения фосфорных удобрений способно вызвать процесс эвтрофикации при попадании их излишков в водоем, который на объекте исследования расположен в непосредственной близости от сельскохозяйственных угодий.

Работа выполнена по финансовой поддержке Россельхозбанка (договор РСХБ-063-40/5-2023 от 19.10.2024 г.).

Библиографический список

1. Бузылев, А. В. Агроэкологическая оценка почвенного покрова при поднятии гидроморфных луговых залежных земель в условиях черноземных почв Пензенской области / А. В. Бузылев, М. В. Тихонова // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5(59).
2. Бузылев, А. В. Агроэкологическая оценка потенциала использования старопахотных земель с применением it-технологий на основе системы поддержки принятия решений / А. В. Бузылев, Н. А. Александров // Агрохимический вестник. – 2023. – № 6. – С. 84-88.
3. Бузылев, А. В. Агроэкологическая оценка высоко окультуренных пахотных угодий представительных хозяйств Пензенской области / А. В. Бузылев, С. Ю. Ермаков // Доклады ТСХА : Международная научная конференция, посвященная 175-летию К.А. Тимирязева, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том Выпуск 291, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 667-670.
4. Spatially-temporal distribution of moisture content and dynamics of greenhouse gas emissions from upper soil horizons in floodplain fallow lands of Bashmakovsky district of Penza oblast / A. Buzylev, M. Tikhonova, E. Taller [et al.] // 3rd International Conference on Research of Agricultural and Food Technologies (I-CRAFT-2023) : Research of Agricultural and Food Technologies, Adana, Turkey, 04–06 октября 2023 года. Vol. 85. – Les Ulis: EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. – P. 01058.
5. Тихонова, М. В. Экологическая оценка пространственно-временной динамики почвенной эмиссии парниковых газов из залежных земель / М. В. Тихонова // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 258-263.
6. Agroecological modeling of spring barley cultivation technology in the conditions of the Penza region / A. Buzylev, M. Tikhonova, E. B. Taller, I. Vasenev // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00065.
7. Tikhonova, M. V. Application of DSS in agroecological assessment of the potential of use of chernozem soils in the conditions of the Penza region / M. V. Tikhonova, A. V. Buzylev // BIO Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference “Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World

Economy – 2023” (MSNBAS2023), Moscow, 05–06 декабря 2023 года. – Les Ulis, 2024. – P. 02004.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРУДОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА МОСКВЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ pH

Ильичева Полина Игоревна, аспирант кафедры экологии, института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, polinailicheva@yandex.ru

Научный руководитель - **Таллер Евгений Борисович**, к.с.-х.н., доцент кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: etallereb@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Васенев Иван Иванович**, д.б.н., профессор кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: vasenev@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматривается необходимость проведения экологического мониторинга качества прудовых экосистем в условиях города для определения динамики величины pH и уровня биоразнообразия макрофитов и макрозообентоса.

Ключевые слова: биоразнообразие, макрофиты, макрозообентос, прудовые экосистемы, pH.

Окружающая среда является основным фактором благосостояния населения. Несмотря на это, негативное влияние на природные экосистемы продолжает увеличиваться. Антропогенная деятельность изменила почти 83% поверхности нашей планеты, тем самым уменьшив и изменив разнообразие животного и растительного миров. Несмотря на то, что общая площадь городов составляет около 3% суши, 60-80% потребления энергии и 75% выбросов углекислого газа приходится на них [4]. В связи с этим городские территории с водными объектами снижают негативное воздействие и принимают участие в сохранении биоразнообразия и экосистем в целом. Макрофиты и макрозообентос являются удобной для использования характеристикой гидробиоценозов и мощным фактором средообразования, что служит эффективным показателем ряда параметров состояния водоемов и происходящих в них процессов [1]. Поэтому исследования уровня биоразнообразия гидробионтов дают возможность достаточно быстро оценить степень антропогенного воздействия на них и на состояние экосистем.

Для изучения динамики изменения качества вод в прудовых экосистемах нами был проведен экологический мониторинг в Верхнем Черневском пруду на территории Ландшафтного парка Южное Бутово, и в Северном Полянском и Салтыковском прудах в Бутовском лесопарке (рис.1) в период с мая по сентябрь 2020-2024 гг. для выявления взаимосвязи с уровнем биоразнообразия макрофитов и макрозообентоса.

Верхний Черневский пруд имеет запруды на р. Корюшке, входит в каскад прудов на территории Ландшафтного парка Южное Бутово и находится вблизи окончания Бутовской линии метрополитена. Берега с пологоуложенными габионами и дорожками с улучшенным покрытием. Используется в рекреационных целях для околотовдного отдыха, прибрежных прогулок и любительского лова рыбы [5].

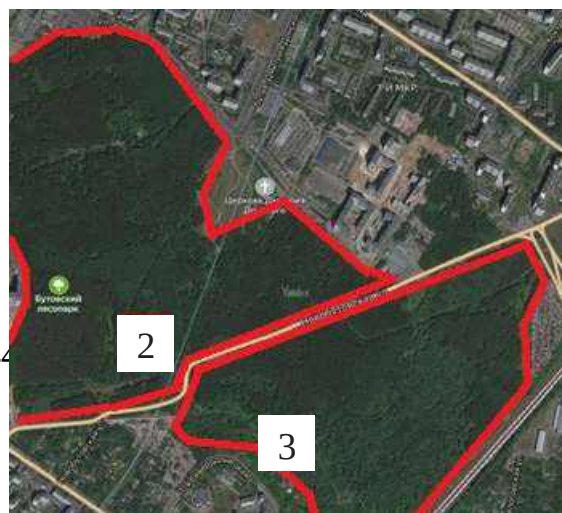


Рис.1. Аэрофотоснимки Ландшафтного парка «Южное Бутово» (1-Верхний Черневский пруд) и Бутовского лесопарка (2-Северный Полянский пруд, 3-Салтыковский пруд)

Северный Полянский и Салтыковский пруды располагаются на территории Бутовского лесопарка. Северный Полянский пруд примыкает к шоссе, которое пересекает данный лесопарк. Роль дамбы играет шоссе, весенний сток на юго-восток по верху шоссе, дает начало истоку р. Гвоздянки. Берега естественные, заболоченные, водоем затянута элодеей. В данный момент не используется [5]. Ежегодно на данном пруду гнездятся утки кряквы, в 2024 г была замечена утка гоголь. Салтыковский пруд удерживается земляной дамбой высотой 1,5 м, берега естественные, в верхней части заболоченные. Используется для околотовного отдыха и любительского лова рыбы [5, 6].

Одним из важнейших показателей состояния водоемов является значение pH, изменение величины которого определяет развитие и выживаемость макрофитов и макрозообентоса. В природных водоемах многие физико-химические и биологические факторы влияют на изменение значения pH, например, интенсивность процессов фотосинтеза, состояние карбонатного равновесия и разложение органических веществ [7].

Сезонные колебания величины pH в Верхнем Черневском пруду, Салтыковском пруду и Северном Полянском пруду представлены на рис.2. На протяжении исследования в 2020-2024 гг. с июня по сентябрь изменение величины pH незначительно. Кислотность воды во многом определяет видовой состав водных растений и гидробионтов. В период массового развития макрофитов летом в июне-августе смещается в более щелочную сторону с pH = 7,6-9,12.

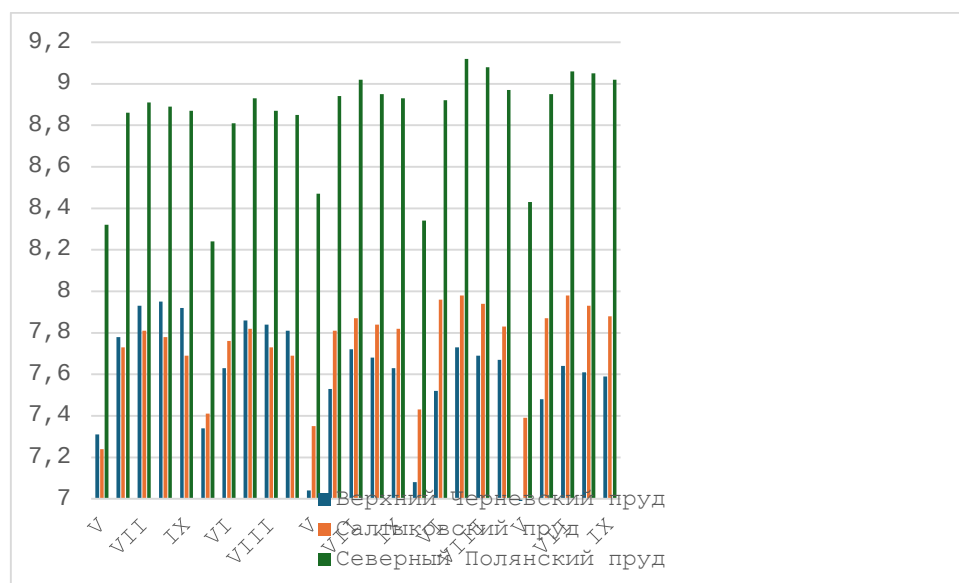


Рис.2. Динамика показателя pH за 2020-2024 гг.

Величина pH оказывает влияние и на водную растительность, в первую очередь погруженную. Наиболее благоприятные условия для развития прибрежно-водных растений - это слабощелочные воды; в кислых водоемах они растут значительно хуже. Погруженная водная растительность в большей степени зависит от величины pH, состава и концентрации газов, химического состава илов, чем растения с плавающими и надводными листьями. Например, в щелочной среде развиваются рдест плавающий (*Potamogeton natans* (L.)), рдест блестящий (*Potamogeton lucens* (L.)), элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.), среди представителей макрозообентоса в щелочной среде преобладают особи катушки окаймленной (*Planorbis planorbis*).

Таким образом, экологический мониторинг качества прудовых экосистем по изучению динамики величины pH и уровня биоразнообразия макрозообентоса и макрофитов

играет важную роль в обеспечении благосостояния населения городов и достижении устойчивого развития водоемов.

Библиографический список

1. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем // под редакцией проф. СПб.: Гидрометеиздат. 1992. - 263 с.
2. Жемухова О.А., Васенев И.И. Экологическая оценка качества воды пруда в условиях Кабардино-Балкарской Республики / Жемухова О.А., Васенев И.И. // Проблемы региональной экологии. – 2023, С. 75-79.
3. Рамадан Р., Таллер Е.Б., Васенев И.И. Экологическая оценка качества воды Среднего и Нижнего Фермских прудов на территории РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Рамадан Р., Таллер Е.Б., Васенев И.И. // Проблемы региональной экологии. – 2022, С. 9-20.
4. Akasaka M., Takamura N., Mitsunashi H., Kadono Y. 2010. Effects of land use on aquatic macrophyte diversity and water quality of ponds. *Freshwater Biology* 55(4): 909–922.
5. Бассейн реки Пахра на юге Москвы [Электронный ресурс] URL: <http://temnyjles.narod.ru/Reki3-20.htm> (дата обращения 14.05.2025).
6. Тихонова, М. В. Оценка окислительно-восстановительных реакций донных отложений пруда Угольчик методом автографии на фотобумаге / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев, Е. Б. Таллер // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5(59). – DOI 10.51419/202135521. – EDN SIVXUC.
7. Экологическая оценка состояния водных объектов в условиях городского Зеленоградского административного округа / Е. Б. Таллер, С. Ю. Ермаков, А. М. Ярославцев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146642. – EDN VEZVAN.

УДК 631.95: 636.03

АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ РЕАЛИЗУЕМЫХ В РОССИИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ В СЕКТОРЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Ильянов Станислав Борисович, аспирант кафедры Экологии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, ilianov99@mail.ru

Научный руководитель - **Васенев Иван Иванович**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева», vasenev@rgau-msha.ru

Аннотация: Россия активно интегрируется в повестку устойчивого развития развивая национальную инфраструктуру для реализации климатических проектов и торговли углеродными единицами. Развитие методологий для климатических проектов в секторе КРС требует учёта агроэкологических факторов, международного опыта и способствовать широкой интеграции в глобальные углеродные рынки. Это направление обладает значительным потенциалом для снижения выбросов ПГ и обеспечения устойчивого развития всего агропромышленного сектора страны.

Ключевые слова: агроэкологические климатические проекты, энтеральное метанообразование, регулируемые организации, методология климатического проекта, реестр углеродных единиц

За последние 3 года в России создана правовая основа для развития и реализации климатических проектов. Начиная с 2025 года в соответствии с Федеральным законом "Об

ограничении выбросов парниковых газов" от 02.07.2021 N 296 российские предприятия прямые выбросы парниковых газов, которых превышают 50 тыс. тонн в CO₂-экв. в год обязаны сдавать ежегодную отчетность. Количество регулируемых организаций будет исчисляться тысячами и, безусловно, определенное количество агропромышленных предприятий, специализирующихся на выращивании крупного рогатого скота, попадает в этот список.

В соответствии с методикой утвержденной распоряжением Минприроды России от 16.04.2015 N 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» коэффициент выбросов от внутренней ферментации у КРС составляет 109 кг CH₄/год на голову, а выбросы от систем сбора и хранения навоза – 4,8 кг CH₄/год и 0,57 кг N₂O/год на голову [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Никакой вариативности в зависимости от различных агроэкологических факторов для официального применения на текущий момент не предусмотрено.

Тем не менее, в более ранних отечественных исследованиях вышеперечисленные показатели значительно варьировались. В работе д.б.н. А.А.Романовской [2] коэффициент выбросов метана от КРС за счет внутренней ферментации составляет в среднем по коровам и другим категориям КРС 70,78 кг CH₄/год на голову, а коэффициент удельной эмиссии метана от систем сбора и хранения навоза для КРС составляет 3,5 кг CH₄/год на голову.

Данные собирались за период с 1990-2004 гг. и при этом самый высокий показатель по коровам по внутренней ферментации был в 1990 году – 100,66 кг CH₄/год, самый низкий по коровам был в 1996 году – 88,84 кг CH₄/год на голову. Если посмотреть по иным категориям КРС, то самый высокий показатель был в 2004 году - 50,37 кг CH₄/год, а самый низкий показатель был в 1999 году – 45,25 кг CH₄/год по внутренней ферментации на голову. Показатели по выбросам от систем сбора и хранения навоза для КРС составили: по коровам самый высокий в 1990 году - 4,75 кг CH₄/год на голову, а самый низкий показатель был в 1999 году - 4,22 кг CH₄/год/голову, по иным категориям КРС самый высокий показатель был в 2004 – 2,64 кг CH₄/год/голову, а самый низкий показатель был в 1999 году – 2,37 кг CH₄/год на голову (смотрите Таблицу ниже).

Таблица 1

Динамика выбросов метана на голову КРС

Года	Внутренняя ферментация	От систем сбора и хранения навоза
1990 год (коровы)	100,66 кг CH ₄ /год/голову	4,75 кг CH ₄ /год/голову
1996 год (коровы)	88,84 кг CH ₄ /год/голову	-
1999 год (коровы)	-	4,22 кг CH ₄ /год/голову
1999 год (иной КРС)	45,25 кг CH ₄ /год/голову	2,37 кг CH ₄ /год/голову
2004 год (иной КРС)	50,37 кг CH ₄ /год/голову	2,64 кг CH ₄ /год/голову
Средний показатель за весь период	70,78 кг CH ₄ /год/голову	3,5 кг CH ₄ /год/голову

На уровне рекомендаций МГЭИК коэффициенты выбросов метана различаются на уровне молочного скота и иного КРС, а также в зависимости от региона нахождения КРС [3]. Например, средний коэффициент выбросов для молочных коров в Северной Америке составляет 121 кг. CH₄/год/голову, а в Западной Европе – 109 кг. CH₄/год/голову, в Восточной Европе – 89 кг. CH₄/год/голову, в Океании – 81 кг. CH₄/год/голову, в Латинской Америке – 63 кг. CH₄/год/голову, в Азии - 61 кг. CH₄/год/голову, в Африке и Среднем Востоке – 40 кг. CH₄/год/голову, на Индийском субконтиненте – 51 кг. CH₄/год/голову.

Делаем вывод, что предусмотренные официальными отечественными методическими рекомендациями коэффициенты для КРС носят скорее рамочный характер. Для наиболее точной инвентаризации выбросов метана от КРС необходимо, с одной стороны,

использовать уже имеющиеся разнообразные отечественные и иностранные статистические данные по теме, а с другой стороны, продолжать работу по анализу влияния различных агроэкологических факторов на этот самый коэффициент выбросов метана от КРС.

Системный анализ влияния агроэкологических факторов позволит создать отечественную методологическую основу для разработки и реализации широкого спектра агроэкологических климатических проектов связанных с сектором КРС.

Глобальное изменение климата ведет к смещению активных сельскохозяйственных зон России на Север, Северо-Восток страны, где традиционно всегда было развито животноводство. В этих условиях наше правительство реализует программы по стимулированию роста производства животноводческой продукции не только с учетом уже существующего потенциала, но и на ближайшую среднесрочную и долгосрочную перспективы, что отвечает задачам по обеспечению продовольственной безопасности нашей страны и повышению доходов страны за счет растущего спроса на сельскохозяйственные продукты на мировых рынках.

Вместе с тем, реализация вышеназванного потенциала несет помимо положительного экономического эффекта еще и дополнительные климатические риски и, следовательно, дополнительную ответственность для животноводческих хозяйств нашей страны.

Мы уже обозначили, что с 2025 года ряд агропромышленных предприятий попадают в статус регулируемых и будут обязаны сдавать в обязательном порядке ежегодную отчетность по уровню выбросов парниковых газов. Проведя простой расчет на основе указанных в методике Минприроды коэффициентов можем определить какого уровня животноводческие предприятия нашей страны попадут в список регулируемых. В соответствии с распоряжением Правительства РФ №805-р от 04.04.2025 коэффициент пересчета величин выбросов парниковых газов в эквиваленте диоксида углерода по метану (CH₄) составляет 28, а по закиси азота (N₂O) – 265 [4]. Сделаем расчет по следующей формуле:

$$\text{Кол} - \text{во КРС} = \frac{50\,000 \text{ тонн. CO}_2 - \text{экв.} \cdot 1000}{(109 \cdot 28 + 4,8 \cdot 28 + 0,57 \cdot 265)} = 14\,981,50 \text{ голов.}$$

В соответствии с Приложением А ГОСТ-Р ИСО 14064-1 при установлении своих организационных границ и при условии наличия задачи по количественному определению выбросов ПГ организации следует выбрать один из двух подходов, а именно: консолидация данных по выбросам ПГ на основе управления или на основе долевого участия. В первом случае организация отвечает за все 100% выбросов или поглощений ПГ от операционной деятельности, над которой осуществляет контроль. В свою очередь контроль может осуществляться с точки зрения как финансовой, так и операционной деятельности [5]. Данный подход важно использовать при количественном определении выбросов парниковых газов, особенно в рамках так называемых холдинговых структур устройства и управления агропромышленными хозяйствами.

В Таблице ниже приведены открытые данные по российским агрохолдингам с самым большим поголовьем КРС [6**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Таблица 2

Российские агрохолдинги с самым большим поголовьем КРС

№	Наименование компании	Регион	Поголовье КРС (голов)
1	АПХ «Мираторг»	Воронежская, Белгородская, Тульская области	840 000
2	ООО «ЭкоНиваАгро»	Воронежская область, Лискинский район	203 300
3	АО фирма «Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева»	Краснодарский край, Выселковский район	104 000
4	Холдинговая компания «Ак	Республика Татарстан, г. Казань	98 000

	Барс»		
5	«Красный Восток»	Республика Татарстан	72 000
5	ООО «Заречное»	Воронежская область, Каменский, Ольховатский, Подгоренский, Рамонский районы	70 000
7	Холдинг «Агросила»	Республика Татарстан	42 000
8	«Русская молочная компания»	Пензенская область	28 400
9	ГК «Молвест»	Воронежская область	28 000
10	ЗАО «Кировмолкомбинат»	Кировская область	25 700
11	СПК «Племенной завод «Детскосельский»	Ленинградская, Воронежская области	25 000
12	Агрохолдинг «Кабош»	Псковская область	22 000
13	ООО «ПЗ «Барыбино» (Группа компаний «Коалко-Агро»)	Московская область, городской округ Домодедово	15 100
14	«Русская Аграрная Группа»	Рязанская область, г. Рязань	13 200
15	Агрохолдинг «Степь»	Краснодарский край, Ростов-на-Дону	12 300

Как минимум 13 российских животноводческих компаний могут попасть в список регулируемых организаций начиная с 2025 года по принципу определения границ отчетности на основе управления или долевого участия. Как правило, животноводческие агрохолдинги помимо животных в своем управлении имеют и растениеводческие, и мясоперерабатывающие структуры, которые могут подвести такие хозяйства к статусу регулируемых и с меньшим поголовьем КРС за счет наличия иных источников парниковых газов.

С другой стороны, для регулируемых организаций помимо обязательной сдачи отчетности, в самой ближайшей перспективе встанет вопрос об обязательном ежегодном снижении выбросов парниковых газов. Здесь, возможно, будет использован опыт Сахалинского эксперимента, когда устанавливается квота на выбросы ПГ для каждого предприятия и с каждым годом она сокращается. При этом в рамках Сахалинского эксперимента при отсутствии запаса по квоте регулируемые организации обязаны на объем превышения либо уплатить штраф, либо погасить его за счет покупки квоты, либо зачета углеродных единиц, купленных на свободном рынке или полученных за счет реализации собственного климатического проекта. Причем, последний вариант, связанный с реализацией собственных климатических проектов, с экономической точки зрения будет самым выгодным для регулируемой организации, так как единицы будут доставаться предприятию по себестоимости, которая по оценкам экспертов кратно ниже рыночной цены.

К сожалению, возможность реализации российских климатических проектов в агропромышленном секторе на сегодняшний день ограничивается лишь несколькими методологиями, а именно: Методология реализации климатических проектов № 0022 «Анаэробное сбраживание органических отходов», разработанная ППК «Российский экологический оператор»; Предварительный национальный стандарт Российской Федерации (ПНСТ 901— 2023) «Методика для проектов по оценке запасов органического углерода в почве на пахотных землях», разработанный Институтом глобального климата и экологии им. Академика Ю.А. Израэля при участии Общества с ограниченной ответственностью «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс», Федерального государственного автономного учреждения «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»; Предварительный национальный стандарт Российской Федерации (ПНСТ 979—2024) «Методология оценки климатических проектов по совершенствованию управления землями сельскохозяйственного назначения» [7].

Аккредитованных при реестре углеродных единиц методологий для сектора КРС нет. Тем не менее, в рамках текущего национального регулирования пока существует возможность реализации климатического проекта на основе методологий иных (международных) реестров углеродных единиц, что по факту потенциально может создать противоречие с учетом несовпадения в коэффициентах эмиссии и как результат привести к снижению имиджа, и следовательно, рыночной стоимости углеродных единиц агроэкологических климатических проектов, зарегистрированных в национальном реестре.

В этих условиях важно проанализировать мировой опыт реализации климатических проектов в агросекторе и секторе КРС, в частности, для возможной последующей адаптации действующих методологий у нас в стране или, как результат, сосредоточиться на разработке своих собственных методологий уже с учетом особенностей и перспектив развития нашего внутреннего рынка и возможной скорой его интеграции в международные рынки, например, в рамках стран БРИКС.

Библиографический список

1. Минприроды России. Распоряжение от 16 апреля 2015 г. № 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации». – URL: КонсультантПлюс (дата обращения: 02.05.2025).
2. Романовская А.А. [Оценка объемов антропогенной эмиссии метана в животноводстве России]. Научная статья // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 6. С. 59-65. URL: <https://agrobiology.ru/6-2008romanovskaya.html> (дата обращения: 02.05.2025).
3. Eggleston H. S. (ed.) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006. Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. ISBN 978-4-88788-032-0.
4. Об утверждении методических рекомендаций: распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 апреля 2025 г. № 805-р "О внесении изменений в Распоряжение Правительства РФ от 22 октября 2021 г. № 2979-р". - URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.05.2025).
5. ГОСТ Р ИСО 14064-1-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Газы парниковые. Часть 1. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и поглощении парниковых газов на уровне организации: утв. Приказом Росстандарта от 30.09.2021 № 1029-ст: введ. в действие с 30.09.2021 // СПС "КонсультантПлюс". URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.05.2025).
6. Семенов С. [Посчитать по головам]. Статья // Вестник агропромышленного комплекса. 2021. URL: <https://vestnikapk.ru/articles/otraslevye-reytingi/poschitat-po-golovam/> (дата обращения: 02.05.2025).
7. АО «Контур». Реестр углеродных единиц: [электронный ресурс]. — URL: <https://carbonreg.ru/ru/methodology/standard/> (дата обращения: 02.05.2025).

АНАЛИЗ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИОННОГО РЯДА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Илюшкова Елена Михайловна, аспирант 3-го года кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия, тел. 89101077967, e-mail: e.ilyushkova@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Тихонова Мария Васильевна**, доцент кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия, тел. 89168413952, e-mail: tmv@rgau-msha.ru

Аннотация: В настоящей статье представлены результаты теоретического и практического анализа проблемы депонирования углерода в древесной растительности в контексте глобальных климатических изменений. На основе данных, полученных в ходе полевых исследований по определению запасов углерода в древостое с использованием методики Д.Г. Щепаченко, идентифицированы доминирующие виды в сукцессионном ряду лесной экосистемы. Анализ полученных данных подтвердил литературные о значительном влиянии возраста древостоя и видового состава на запасы углерода.

Ключевые слова: цикл углерода, лесная экосистема, сукцессионный ряд, изменение климата, древостой, биологическое разнообразие, запас углерода.

Глобальное потепление, вызванное увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере из-за антропогенной деятельности, резко повысило актуальность изучения углеродного цикла лесов [3,4,7,8]. Глобальная значимость данного вопроса подтверждается положениями ключевых международных соглашений, включая Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) и Киотский протокол. Лесные экосистемы являются важным компонентом на нашей планете. Они играют значимую роль в глобальном углеродном цикле, выступая в качестве крупнейшего наземного резервуара. Последнее десятилетие леса остаются нетто-стоком углерода, тем самым компенсируют глобальные антропогенные выбросы в размере от 3,6 до 7,6 Гт CO₂-экв. в год [5,9,11]. Согласно оценкам, полученным на основе данных Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ), общий запас углерода в надземной и подземной живой биомассе лесов России по состоянию на 2020 год оценивается в 46,9 Гт С, а средний запас составляет 52,1 ± 0,5 т С/га [6,11].

Многочисленные исследования [2,13] демонстрируют, что леса играют ключевую роль в глобальном углеродном цикле, являясь как крупным поглотителем углекислого газа (CO₂) из атмосферы, так и значительным источником его эмиссии. Влияние изменения климата на запасы углерода в лесах носит сложный и многофакторный характер [1,10,14].

Для оценки запасов углерода в лесных экосистемах используются различные методы, включая наземные измерения биомассы и запасов углерода в почве, дистанционное зондирование и моделирование. При выполнении данной работы использовались полевые и лабораторные методы исследования.

Запас углерода в древесной биомассе производился с оценкой основных аллометрических показателей (обхват, высота, диаметр, размер кроны), с последующим перерасчетом по методике IPCC (Межправительственная группа экспертов по изменению климата МГЭИК), а также по руководству Д.Г. Щепаченко [7,8,15]. Определялся породный состав, основные доминирующие виды на каждом ключевом участке.

Объектом исследования выступали пять участков сукцессионного ряда, расположенные в урочище Красное в Центральном лесном государственном природном биосферном заповеднике (ЦЛГПБЗ) в Тверской области. Его территория, приуроченная к

Каспийско-Балтийскому водоразделу Русской равнины и Валдайской возвышенности. Природный комплекс заповедника является репрезентативным для южно-таёжной подзоны и выступает в качестве эталонного образца первичного биогеоценотического покрова моренной равнины центральной части Восточно-Европейской равнины. Особую научную и природоохранную ценность представляет не подвергавшийся антропогенному воздействию южно-таёжный ельник, занимающий доминирующее положение в структуре растительного покрова (47% территории) [12].

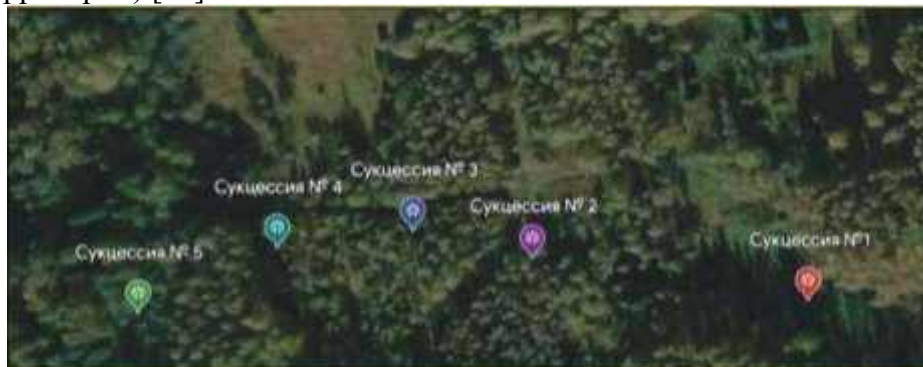


Рис. 1 Расположение ключевых участков на различных стадиях сукцессии в урочище Красное

Размер ключевых участков составлял 50 на 50 метров (рис. 1), на которых определялась сомкнутость крон, диаметр и высоты древесных насаждений, выявлялись основные доминирующие виды.

В ходе проведения полевых и лабораторных исследований удалось определить основные доминирующие породы на ключевых участках. Первая стадия сукцессии (точка № 1) представляет собой залежь с луговым разнотравьем, древесные породы располагаются только на границе участка, представленные елью обыкновенной (*Picea abies*) березой повислой (*Betula pendula*). Основными доминирующими видами являются: береза повислая (*Betula pendula*), осина обыкновенная (*Populus tremula*), ель обыкновенная (*Picea abies*).

Вторая стадия сукцессии (точка № 2) представляет собой залежь, заросшую березняком возрастом 10–15 лет, включающую подрост ели обыкновенной (*Picea abies*) и осины обыкновенной (*Populus tremula*). В качестве доминирующего вида выступает береза повислая (*Betula pendula* L.).

Третья стадия сукцессии представляет залежь, поросшую березняком возрастом 30–40 лет, включающую подрост ели обыкновенной (*Picea abies*) и осины обыкновенной (*Populus tremula*). Происходит постепенное снижение плотности древостоя, состав при этом сохраняется. Доминирующим видом древесного яруса является береза обыкновенная (*Betula pendula* L.).

Таблица 1

Таксационные показатели растительности разновозрастных залежных участков

Залежный участок	Средние значения		
	диаметра ствола, см	высоты ствола, м	возраста, лет
Залежь с травостоем	Б – 2,1	Б – 2,6	Б – 6
	Е – 9,2	Е – 8,7	Е – 19
	О – 5,7	О – 6,0	О – 14
Залежь с березняком 15–25 лет	Б – 5,4	Б – 5,6	Б – 24
	Е – 10,6	Е – 9,9	Е – 22
	О – 7,8	О – 8,0	О – 25
Залежь с березняком 30–40 лет	Б – 8,1	Б – 9,2	Б – 45
	Е – 11,2	Е – 8,8	Е – 47
	О – 11,8	О – 10,4	О – 43

Березняк возрастом 50–60 лет	Б – 13,4 О – 10,0 Е – 11,7	Б – 12,9 О – 9,4 Е – 11,3	Б – 72 О – 56 Е – 64
Ельник старше 100 лет	Е – 22,2 Б – 24,0	Е – 15,7 Б – 19,5	Е – 84 Б – 105

* Б - береза обыкновенная, Е - ель обыкновенная, О - осина обыкновенная

Четвертая стадия сукцессии представляет собой березняк возрастом 50–60 лет с включениями ели обыкновенной (*Picea abies*) и осины обыкновенной (*Populus tremula*). Доминирующий вид аналогичен с предыдущим ключевым участком. Пятая стадия сукцессии – ельник-черничник кислично-щитовниковый неморальный. На данном участке наблюдается явное преобладание разновозрастных елей обыкновенных (*Picea abies*) и близких к выпадению зрелых берез обыкновенных (*Betula pendula*).

Относительно запасов углерода в древостое отмечается экспоненциальное увеличение от первой стадии к пятой. Максимальное накопление отмечается на пятой стадии сукцессии, где значение составляет 6,2 т на га. Важно отметить, что для данной сукцессионной стадии возраст древесных пород составляет более ста лет и представлены они преимущественно елью обыкновенной (*Picea abies*) (рис. 2).

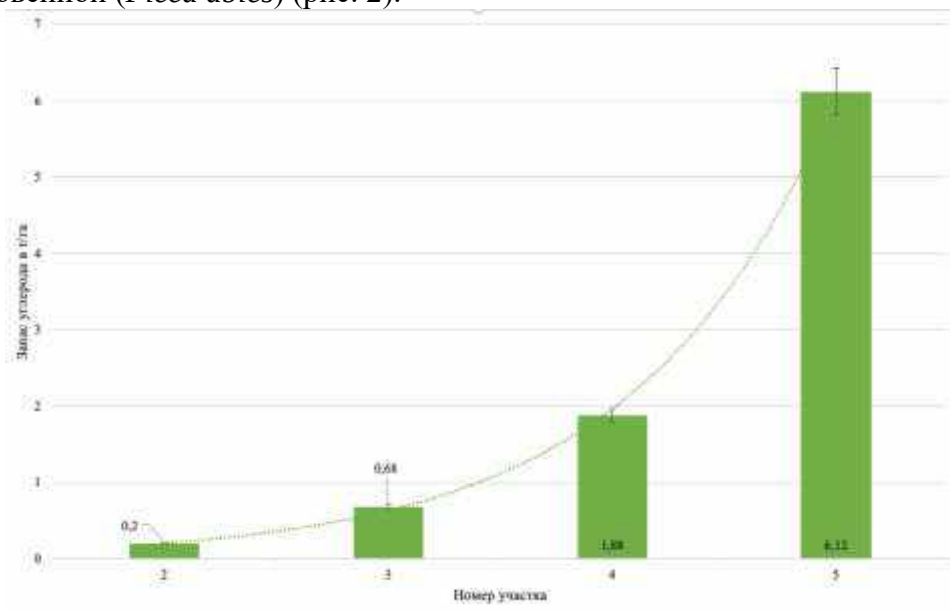


Рис. 2 Столбчатая диаграмма запаса углерода в древостое на ключевых участках объекта исследования

Противоположная ситуация отмечается на первой стадии сукцессии. Запас углерода в древесной массе минимальный – 0,2 т на га, с доминированием березы повислой (*Betula pendula*) и преобладанием луговой растительности.

Проведенные полевые и лабораторные исследования сукцессионного ряда выявили экспоненциальное увеличение запасов углерода в древостое. Полученные результаты подчеркивают значительное влияние видового состава древесных пород и их возраста на формирование углеродного баланса лесных экосистем.

Библиографический список

1. Борозна А. А., Якушева Т. В., Громский А. Б. Роль лесопользования в сохранении и увеличении накопления углерода. – 2023.
2. Ваганов Е. А. и др. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений // Экономика региона. – 2021. – Т. 17. – №. 4. – С. 1096-1109.
3. Замолотчиков Д. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах // Устойчивое лесопользование. – 2011. – №. 4. – С. 15-22.
4. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1997. 27 с. 12. Кононова М. М.

Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: Наука, 1963. 315 с. 13.

5. Курганова И. Н. и др. Пилотный карбоновый полигон в России: анализ запасов углерода в почвах и растительности //Почвы и окружающая среда. – 2022. – Т. 5. – №. 2. – С. 6-21.

6. Тихонова М.В., Спыну М.Т., Александров Н.А., Серегин И.А., Илюшкова Е.М., Ермаков С.Ю. Описание фитоценозов с оценкой биомассы на различных сукцессионных стадиях развития лесной экосистемы Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научнопроизводственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_627.pdf

7. Schepaschenko D. et al. Improved estimates of biomass expansion factors for Russian forests //Forests. – 2018. – Т. 9. – №. 6. – С. 312.

УДК 631.363

PRODUCTIVITY OF DISTANT PASTURES AT THEIR SEASONAL USE IN THE CONDITIONS OF VERTICAL ZONING OF SOILS IN THE SOUTHEAST PART OF KAZAKHSTAN

Issayeva Zhanetta, PhD, associate professor Innovative University of Eurasia, zhanetta.aysha@mail.ru

Abstract: According to all the studied indicators, the most unproductive was the control option - a pasture with unsystematic year-round use – 0,53 t/ha. In the foothill semi desert zone at the spring use site, the maximum pasture productivity amounted to 1,55 t/ha, in the foothill dry steppe zone at the summer use site, it was 1,97 t/ha, and in the foothill steppe zone at the autumn use site - 2,59 t/ha. An economic assessment of these seasonal pastures showed that the sale of sheep meat ranged from 5,4 dollars to 15,0 dollars per head.

Keywords: pasture, herbage, degradation, productivity, overgrazing, pasture mass.

The area of natural forage lands of the Republic of Kazakhstan is 188 million ha, it is the national heritage of the country. The largest per capita forage area is believed to be Kazakhstan, followed by Australia, Canada, Russia, Argentina, the United States and other countries.

One of the most important directions of the agro-industrial complex development in the country is pasture nature management, a particularly priority part is their rational use.

The fact is that the pasture resources in Kazakhstan are used unevenly. Out of 188 million ha, only 78.7 million ha have been used. Among them, 59.5 million ha were irrigated, of which 52.2 million ha were economically beneficial. The average yield of green mass don't exceed 0.8 t/ha [1]. Due to the irrational use of forage lands, 48 million ha pastures became the subject to degradation processes. Текст статьи.

The processes of pastures degradation has existed for a long time. Since the mid-1950s natural grassland ecosystem has been in excessive mode of intensive grazing because of large numbers of cattle. Since the mid-1990s, some changes have occurred in the agricultural economy, which positively affected the ecological state of agricultural landscapes [2]. Due to the number of grazed cattle decreased, the anthropogenic load on the soil and vegetation cover also has decreased. But there is still a problem of uneven, local grazing of farm animals.

Regulation of the use of pastures is especially important in Zhambyl region, where the total area of agricultural land is more than 4.5 million ha, of which pasturelands occupy 65% - 2.9 million ha. There are more than 5 thousand agricultural formations in the region that have pastures but no livestock. At the same time, the population of the region, which owns the majority of

livestock, has no pasture. It causes overgrazing around settlements. The state bodies are actively working to regulate this problem, and scientific research in this direction is very important.

In this regard, the purpose of these studies was to develop scientific approaches for the rational use of pasture resources, using the distance grazing method, in Kordaj district of Zhambyl region as the example.

The research was carried out in 2015-2017 on the lands of the peasant farm 'Baty'. Pasturelands of the farm consist of five independent sites, which are located on three geographical zones: foothill-steppe (950 ha), foothill dry steppe (1370 ha) and foothill semi desert (1880 ha). The total area of these distant pastures is 4.200 ha.

The length of the territory of Kazakhstan from North to South is 1650 km, from West to East 3000 km, which causes a wide variety of landscape and agro-climatic conditions.

Pasture lands of the studied area are located in 3 zones in the conditions of vertical zonality, which distinguishes them by soils and vegetation cover.

The pasture lands of 'Baty' farm consists of 3 distant sites placed in the far distance, and 1 control site, placed near the village.

As a control variant, the all-year grazing pasture site belongs to the village's territory with unsystematic using and *Artemisia* (1) vegetation.

Spring pastures are located in the foothill semi desert zone (ordinary grey soil) with the coordinate system N 43 27 17.8; E 074 55 46.2. Botanical study of the site has allowed identifying 3 independent plant associations: *Ceratocarpus-Artemisia* (2), *Artemisia-ephemeral* (3) and *Ephemeral-Artemisia* (4).

Summer pastures are located in the foothill dry steppe zone (light chestnut soil) with coordinates N 43 28 58.8; E 074 50 43.8. Biological diversity of plants is demonstrated by following 4 associations: *Festuca-variherbetum* (5), *Festuca-Artemisia-variherbetum* (6), *Stipa-Poa-Artemisia* (7) and *Artemisia-Festuca* (8).

Autumn pastures are located in the foothill steppe zone (dark chestnut soil) with coordinates N 43 19 46.4; E 075 01 02.2. Botanical composition presented by 6 associations: *Onobrychis-Bromopsis-Festuca* (9), *Festuca-Poa-Carex* (10), *Gramineae-Erysimum* (11), *Onobrychis-Festuca-Poa-Bromopsis* (12), *Bromopsis-Alyssum-Secale* (13) and *Bromopsis-Festuca-Onobrychis* (14).

Based on the results of geo-botanical studies conducted in 2015, distant pastures were divided according to their use time: pastures located in the foothill steppe area should be used in autumn, the foothill dry steppe pastures - in summer, foothill semi desert pastures in spring. In all these remote areas, there was carried out the normalized grazing of experimental animals, where the degree of grazing was less than 70% of the total herbage mass.

In 2015, on the control site, the projective cover by grass was between 30-35%. In the distant spring pasture, this indicator was at the level of 50-55%, in summer and autumn pastures - 70-80%. At the end of studies (2017), on the distant sites the projective cover increased by 8-10% due to the appearance of young shoots of growing plants, while in the control sites this indicator remained almost unchanged [3].

During the work, on selected botanical associations in all geographical areas there were carried out different studies, starting with the measuring of soil moisture, including the determination of pasture mass and ending with the weighing of live weight of animals because of the grazing.

The research we carried out, concerning the determination of the total moisture reserve in soil, showed that all types of pastures in the springtime had a sufficient level of humidity suitable for the initial growth of grasses.

It should be noted that such minimal content of soil moisture in the treatment is linked with the fact that the plant cover of the soil surface is very weak here.

In this context, in the foothill semi desert zone with ordinary grey soil (control), the moisture accumulated in winter and early spring periods is used not only for the growth and development for the grass, but also spent on physical evaporation from the soil surface.

The maximum content of the soil moisture shows the foothill steppe zone with *Poa*,

Onobrychis, Festuca, Carex, Alyssum plants, compared with other variants of experience, and it is logical. It is because of the fact that in the piedmont-steppe zone more precipitation falls, for the proximity of the mountains, and in the regions located at an altitude of 1350 meters above sea level, snow comes off the surface of pastures only in mid-April.

In order to identify feed capacity of the used pastures, we have determined the yield of pasture herbage in the selected plant associations according to seasons.

Studying the yield of pasture mass of natural grass on average for three years, showed that the most productive was the site of spring use pastures was the Ephemeræ-Artemisia type of pastures - 1.55 t/ha in spring. In the area of summer use pastures, the highest yield of pasture mass was noted in the Festuca-Artemisia-variherbetum type - 1.97 t/ha in summer. In the autumn use region, the productivity of pasture was higher on the vegetation contour consisting of Onobrychis-Bromopsis-Festuca vegetation - 2.59 t/ha in the autumn.

At the same time, despite seasonal use, the peak of the yield on all types of pastures falls on the summer periods. The lowest productivity of pasture mass was obtained in the control variant of the experiment with year-round use. In this variant, the yield of grass was 0.79 t/ha in spring, 0.41 t/ha in summer, and 0.39 t/ha in autumn. Moreover, it decreased by the end of the study compared to the beginning of the experiment, amounting to 0.52 t/ha, 0.35 t/ha, and 0.38 t/ha in 2017, respectively.

This reduction in yield due to the fact that in recent year on the lands of the village increased the number of grazed animals. The increase in livestock was caused by the great interest of meat producers due to rising meat prices.

For conducting an economic assessment of seasonal use of pastures there were selected two groups (experimental and control) of animals-analogues, including three age groups - ram-makers, ewes of the third year, and lambs of the current year of birth. The breed of sheep was the Kazakh fine-wool sheep. Assessment was conducted twice a year – in spring and in autumn. The difference in starting indicators of animals' live weight (every year before the start of grazing) on average for three years did not exceed 1.5 kg. The control group was grazed in the foothill semi desert zone on the lands of the settlement 'Kenen', free year round in one place. The experimental group was grazed on seasonal pastures.

Thus, it can be seen from the obtained data that a higher gain of live weight was provided by the experimental group of animals, where was used a rational seasonal grazing system. According to the results of seasonal use for three years of research, the weight gain mating rums was 3.370 kg/head, ewes - 8.020 kg/head, and lambs of the current year of birth - kg/head kg more than the control groups of animals that grazed unsystematically.

During the pasture period, the increase of the experimental group's live weight in 2017 was higher than in previous years of the study. The increase in live weight gain in experimental group's animals is due to the fact that in 2017, when animals were grazing on seasonal sites, there was used an intra-seasonal pasture rotation. It reduced almost three times unproductive (idle) movement of animals in search of food and grazing area and trampling vegetation, which led to the elimination of degradation of pasture lands.

In addition, the experimental data showed that during the pasture period the highest increase in live weight was provided by lambs of the current year of birth. For three years of research during the grazing period, the increase in live weight of lambs from spring to autumn in the experimental group was 23.180 kg/head, and in the control group it was 15.070 kg/head on average. Such high rates of live weight gain of lambs during the pasture period were mainly due to the increase of muscle mass.

Rational use of natural pastures allows increasing the grazing capacity of forage land, and getting a full valuable and cheap livestock products. Rational pasture maintenance of livestock not only reduces the cost of fuel by 6-7 times, equipment, labor and total costs of produced feed by 2-3 times compared to stall maintenance, but also improves metabolic processes and reproductive functions of animals (Kutuzova 2009). This determines the big advantage of pasture feeding in the economy of important livestock products.

It is important to remember that, the rational use of pastures has a huge impact on improving soil fertility, creating the conditions for the restoration of vegetation, eliminating the land degradation, and increasing the productivity of pastures.

In carrying out the calculation of economic efficiency were accepted only basic expenses for maintenance and grazing of pasture period. Comparing the slaughter weight of sheep in two different groups of animals showed that in the experimental group it was more than in the control group. Considering that the slaughter weight of animals is 50%, we received the following data: in experimental group, slaughter weight of ram-makers amounted to 41.540 kg/head, ewes to 26.130 kg/head and lambs to 15.360 kg/head, while in the control group it was 43.225 kg/head, 30.140 kg/head, 19.680 kg/head, accordingly.

Thus, the live and slaughter weights of sheep were higher in the experimental group of animals were grazed in seasonal pastures than in control group were grazed in year-round pasture pastures. The difference was significant – 3.180 kg/head of ram-makers, 3.750 kg/head of ewes, and 8.900 kg/head of lambs. Accordingly, grazing sheep in seasonal pastures was more cost-effective.

The lowest reserve of soil moisture was observed in a year-round used control variant with the *Artemisia* herbage. The lowest productivity of pasture mass was obtained in the control variant too. A study of the chemical composition of plants on average over three years showed the same dynamics in protein content for all pastures - the peak in protein content occurred at the beginning of the growing season and decreased from spring to autumn, but the lowest crude protein content at the peak yield in summer was found in plants from the control variant. In comparison with seasonal pastures, the live and slaughter weights of sheep were significantly lower in control pasture, where the animals were grazed in year-round system [4].

Thus, it can be concluded that the year-round used pastures located near the villages in Kazakhstan are less provided with moisture in the soil due to the low projective cover, less productive in the pasture mass and less valuable in forage qualities. So we strongly recommend the grazing on distant pastures in order to rational using, including the seasonal and intra-seasonal rotation, it is more efficient, profitable and environmentally friendly.

References

1. Rusanov A.M. Modern stage of the restoration of black soil pastures ecosystems of the steppe zone [Текст] // Eurasian Soil Science. - 2015. - № 6. - С. 761-768.
2. Кулиев Т.М., Жазылбеков Н.А., Алимаев И. И., Кулиев Р.Т. Программа развития отраслей животноводства и кормопроизводства Республики Казахстан в разрезе регионов на 2012–2016 годы [Текст] / Т.М. Кулиев, Н.А. Жазылбеков, И.И. Алимаев, Р.Т. Кулиев. - Алматы: Бастау, 2013. - С. 14-19.
3. Smailov K., Alimayev I., Kushenov K., Issayeva Zh. The use of natural pastures in the conditions of vertical zoning in the southeast of Kazakhstan [Текст] // Ecology, Environment and Conservation. - 2017. - Vol. 23, № 1. - P. 248-254.
4. Issayeva Zh. Causes of degradation of natural pastures in Zhambyl region and their restoration [Текст] // КГУ им. А. Байтурсынова. 3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация. - 2024. - № 3. - С. 37–44.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA VULGARIS В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Копейкин Алексей Вячеславович, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alvkopeykin@yandex.ru

Научный руководитель – Лагутина Наталия Владимировна, к.т.н., доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nlagutina@rgau-msha.ru

Аннотация: изучена возможность снижения уровня загрязнения водных объектов продуктами нефтепереработки с использованием суспензии одноклеточных зеленых водорослей (микроводорослей) *Chlorella vulgaris*.

Ключевые слова: альгоремедиация, биоремедиация, микроводоросль, нефтепродукты, сточные воды, экология города.

В настоящее время штаммы *Chlorella Vulgaris* активно используются для биоремедиации (альголизации) эвтрофицированных водоемов, благодаря своей способности вырабатывать кислород и обогащать им водный объект.

Отличительной особенностью этого вида являются

- Высокая продуктивность;
- Активная выработка кислорода;
- Выживаемость в различных условиях;
- Планктонное свойство (не оседает);
- Кормовая база для аквакультуры.

Однако, помимо борьбы с сине-зелеными водорослями, насыщения воды кислородом и выведения неорганических веществ (азота и фосфора, в основном) у *Chlorella Vulgaris* есть еще полезные свойства в сфере экологии и защиты окружающей среды.

Так, имеется ряд исследований, подтверждающий эффективность данного вида одноклеточной водоросли в снижении уровня загрязнения вод нефтепродуктами.

Далее представлен обзор публикаций на вышеуказанную тему.

Исследование на тему «Потенциал зеленой водоросли *Chlorella vulgaris* в биоразложении углеводородного сырья» роводилось в 2017 году учеными из Ирана [1].

Биоразложение нефтяных углеводородов изучалось с использованием зеленых водорослей вида *Chlorella vulgaris*. Микроводоросли обрабатывали концентрациями сырой нефти/воды в концентрациях 10 и 20 г/л в течение двух экспериментальных периодов (7 и 14 дней). На основании полученных результатов *C. Vulgaris* обладала не только значительной стойкостью к загрязняющим веществам, но и высокой способностью к восстановлению сырых нефтяных углеводородов (~ 94% легких и ~ 88% тяжелых соединений за 14 дней).

Притом сухой вес *C. Vulgaris* увеличивается с увеличением концентрации сырой нефти, что указывает на положительное влияние сырой нефти на рост видов водорослей. Этот процесс биоразложения непрерывен в течение определенного периода времени [1].

Данные по эффективности очистки воды в зависимости от типа нефтепродукта, полученные в процессе эксперимента представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Эффективность очистки воды в зависимости от типа нефтепродукта

Тип нефтепродукта	Очистка (%) для 10 г/л нефтепр. (7 дней)	Очистка (%) для 10 г/л нефтепр. (14 дней)	Очистка (%) для 20 г/л нефтепр. (7 дней)	Очистка (%) для 20 г/л нефтепр. (14 дней)
Naphthalene	71	100	41	89
Benzene	97	100	93	97
Undecane	70	100	71	92
Dodecane	81	100	59	89
Nonadecane	99	100	78	94
Tetradecane	50	100	61	93
Eicosane	85	100	91	82
Ср. значение (%)	79	100	71	90

Также в процессе исследования выявлено, что эффективность очистки зависит от исходной концентрации нефтепродуктов

Стоит заметить, в процессе очистки воды от нефтепродуктов было отмечено увеличение биомассы микроводоросли.

Способность Хлореллы разлагать нефтепродукты подтверждается рядом других исследований. Одно из них было проведено в Египте в 2012 году, его название «Биодеградация сырой нефти растущими в гетеротрофных условиях *Scenedesmus obliquus* и *Chlorella vulgaris*» [2].

Это исследование было проведено для оценки способности двух зеленых водорослей *Scenedesmus obliquus* и *Chlorella vulgaris* разлагать сырую нефть. Эксперименты проводились путем инкубации культур водорослей с 0,5, 1, 1,5 и 2%-ным содержанием сырой нефти в течение 15 дней в гетеротрофных условиях.

Было обнаружено, что *Scenedesmus obliquus* и *Chlorella Vulgaris* продемонстрировала самую высокую скорость биодеградации сырой нефти при добавлении 0,5 и 1% масла (рисунок 1). Наибольший рост *S. obliquus* наблюдался при добавлении 0,5% сырой нефти, в то время как для *C. vulgaris* он был зафиксирован на уровне 2% в тех же гетеротрофных условиях. Обе водоросли могут эффективно расти и разлагать нефть при инкубации с низкими концентрациями нефти [2].

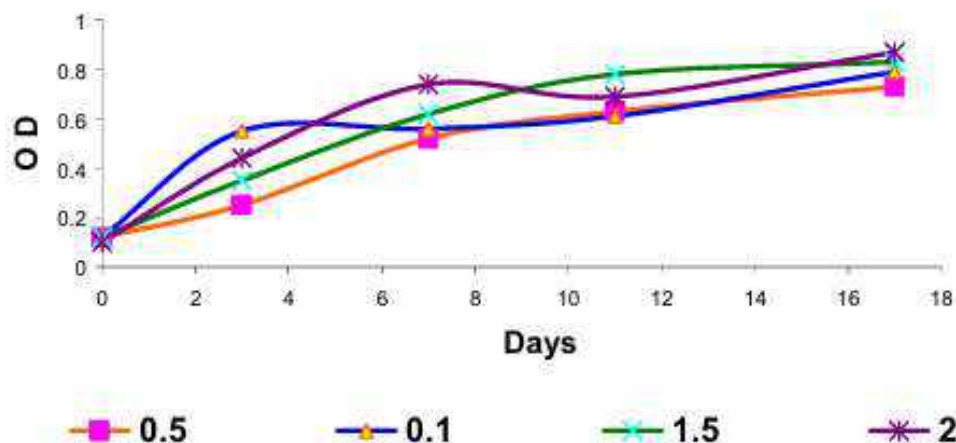


Рис. 1 Влияние различных концентраций нефти на рост *Chlorella vulgaris*, измеренное через оптическую плотность (OD) при 560 нм.

По итогам данной работы авторы отмечают способность зеленых микроводорослей, в частности *C. vulgaris* - расти в гетеротрофных условиях, используя сырую нефть в качестве единственного источника углерода. Это исследование также доказало способность изученных водорослей разлагать n-алканы и ПАУ (полициклические ароматические углеводороды) [2].

Помимо иностранных специалистов, способность микроводорослей *Chlorella Vulgaris* бороться с загрязнением нефтепродуктами отмечают и российские ученые. Так, в 2012 г. Ю.В. Семеновым была издана статья «Использование микроводоросли — хлореллы для биологической очистки воды от загрязнений нефтепродуктами» [3].

В ней была разработана методика определения нефтепродуктов в воде фотоколориметрическим методом при мешающем воздействии хлорофилла. Установлено, что хлорелла частично обезвреживает нефтяные загрязнения воды (38 — 57 % отн.). Найдено, что часть нефтяного загрязнения хлорелла переводит в комплексное водорастворимое соединение, разрушающееся экстрагирующими растворителями (толуол, CCl₄) [3].

Концентрация нефтепродуктов в воде после биологической очистки представлена в Таблице 2

Таблица 2

Концентрация нефтепродуктов в воде после биологической очистки (исходная концентрация нефтепродуктов 100 мг/л)

V ₁ /V ₂	50 мл/1л воды	70 мл/1л воды	100 мл/1л воды
С неф.пр., мг/л (остаточная)	38,2	48,6	57,4
% очистки от нефтепродуктов	38,2	48,6	57,4
V ₁ — объем раствора, содержащий хлореллу; V ₂ — объем раствора, содержащий нефтепродукты.			

Как следует из таблицы 2, с увеличением концентрации микроводоросли процент снижения нефтепродуктов в исходной воде существенно увеличивается. Замечено, что во всех экспериментах после выдержки растворов с хлореллой на поверхности воды не обнаруживается радужная пленка нефтепродуктов, имевшаяся на ней до эксперимента.

Полученные результаты авторы объясняют тем, что вероятно хлорелла разрушает только часть наиболее «безвредного для себя» нефтяного загрязнения, зависящую от начальной концентрации [3].

Другая же часть нефтепродуктов хлореллой не разрушается, а переводится в объемно растворимое в воде комплексное соединение скорее всего хелатного типа выделяемым хлореллой протектором, который таким образом блокирует негативное воздействие нефтепродуктов на свою культуру. При экстракции же нефтепродуктов четыреххлористым углеродом комплексное соединение разрушается и аналитически определяется фактическая их концентрация [3].

Применение *Chlorella Vulgaris* в целях очистки водных объектов от нефтепродуктов является работоспособной технологией, имеющей неоднократное подтверждение исследованиями ученых разных стран. Было обнаружено, что в процессе очистки воды от нефтяных загрязнений хлорелла не только сохраняет жизнеспособность, но и способна увеличивать свою численность [2,3]. В [3] описана способность микроводоросли справляться с таким эффектом, как радужная пленка на водах, загрязненных нефтепродуктами. Использование *Chlorella Vulgaris* является безопасным и экологичным методом очистки воды, так как данная микроводоросль является естественной составляющей водных экосистем, поддерживающей благоприятное общее состояние водного объекта (кислородный режим, биоразнообразие).

Библиографический список

1. Xaaldi Kalhor, A., Movafeghi, A., Mohammadi-Nassab, A. D., Abedi, E., & Bahrami, A. (2017). Potential of the green alga *Chlorella vulgaris* for biodegradation of crude oil hydrocarbons. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1-2), 286–290. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.08.045 El-Sheekh, M. M.
2. Hamouda, R. A., & Nizam, A. A. (2013). Biodegradation of crude oil by *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* growing under heterotrophic conditions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 82, 67–72. doi:10.1016/j.ibiod.2012.12.015
3. Семенов Ю. В., Харламова Т. А., Бодров А. В. Использование микроводоросли - хлореллы для биологической очистки воды от загрязнений нефтепродуктами // ГИАБ. 2012. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mikrovodorosli-hlorelly-dlya-biologicheskoy-ochistki-vody-ot-zagryazneniy-nefteproduktami> (дата обращения: 30.05.2025).

УДК 631.363

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ СИСТЕМ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛИГОНОВ ТКО

Косов Никита Сергеевич, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nikitacosov@yandex.ru

Научный руководитель - **Евграфов Алексей Викторович**, к.т.н. доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a.evgrafov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье приведены результаты экологического обследования притоков рек Лихоборки и Радомля. Даны описания прочих хозяйственных объектов на их водосборных территориях и вклад этих источников в загрязнение водных экосистем. Представлена методика рекогносцировки, взятия проб на гидрохимический и гидробиологический анализы и их результаты.

Ключевые слова: полигоны ТКО, инженерно-экологические изыскания, гидробиологические исследования, индекс Пантле-Букка, зоопланктон, зообентос

Полигоны твёрдых коммунальных отходов (ТКО) являются, пожалуй, одними из самых проблемных для местного населения хозяйственных объектов. Данные полигоны при разложении отходов выделяют большое количество токсинов и загрязняющих веществ в почву, ближайшие водоемы и грунтовые воды. Стоит так же упомянуть неприятные запахи и засорение полезных площадей, так как на эти проблемы люди жалуются чаще всего.

Однако не все так гладко, как хотелось бы. Чаще всего в качестве результатов проделанной работы предоставляются протоколы химического анализа почв и водоемов, однако практически нигде не упоминается не менее важный компонент – биота. Биота является наглядным примером чистоты водоема, ведь ни рыбы, ни растения не будут жить в загрязненных реках и озерах, что уж говорить о более мелких представителях биоты.

Цель работы – оценить влияние закрытых полигонов на видовой состав планктонных и бентосных организмов, представительство видов и химический состав воды.

Задачами работы были:

- 1) выбор двух представительных закрытых полигонов ТКО, сбор официальных данных об их техническом состоянии;
- 2) выполнение комплексного экологического обследования с обязательным отбором проб и проведением гидробиологических и гидрохимических анализов;
- 3) анализ результатов с точки зрения оценки соответствия нормативам, поиск зависимости загрязнённости от стадии жизненного цикла полигона и формулирование предположений об условиях формирования экосистем под влиянием комплекса антропогенных воздействий.

В качестве объектов исследования были выбраны районы расположения двух полигонов ТКО в Московской области: район Полигона ТКО «Долгопрудный» и район ликвидированного недавно Полигона ТКО около деревни Радумля.

Методика исследований заключалась в выборе створов до и после полигона по течению реки. Отбор проб осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020. На месте замерялись также гидрофизические показатели: глубина в точке отбора, прозрачность, рН, электропроводность, температура воды и воздуха. Пробы воды на гидрохимический анализ отбирались пробоотборником на двухметровой штанге, в объеме 1 литр на каждом створе.

Гидрохимический анализ был выполнен в аналитической лаборатории Мособлэкомониторинга. Исследования состояния воды в отобранных пробах проведены по 13 показателям: удельная электрическая проводимость, окислительно-восстановительный потенциал, солесодержание, растворенный кислород, фторид-ион, нитрат-ион, хлорид-ион, натрий-ион, аммоний-ион, запах, прозрачность.

Разбор всех гидробиологических проб проводился в лаборатории кафедры Экологии РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Ввиду того, что выезды на объекты были разовыми, а также с учётом того, что при гидрохимическом анализе определялось содержание ограниченного числа ионов, оценка загрязнённости была сделана сопоставлением с ПДК и расчётом ИЗВ, а гидробиологический анализ заключался в идентификации видов и оценке количества особей того или иного вида. В случае, если видовое разнообразие планктонных организмов было достаточным — порядка 7 видов, вычислялся индекс Пантле-Букка в модификации Сладечека.

Полигон ТКО Долгопрудный. Первой точкой отбора стал ручей Коровий Враг. Данный водоем является притоком реки Бусинка и впадает в нее в зоне влияния полигона. Основными источниками загрязнения водоема является не полигон а МКАД, и сосредоточение сброса “на рельеф” сточных вод, воды которого исходят из подземного выпуска и по склону сбегает в водоём. Запах у воды резкий, напоминает нефтепродукты, так

же этому свидетельствуют маслянистые пятна. Вдоль берега водоема было обнаружен разбросанный мусор. Больше всего мусора было сконцентрировано вблизи АЗС «Роснефть».

Установленные нормативы превысил хлорид-ион и аммонийион Запах гнилостный 0/1 балл, прозрачность 26 см.

Особенностью видового состава водоёма было массовое развитие свободно плавающих личинок подёнок *Habrophlebia lauta*, циклопов *Microcyclops varicans*, *Cyclopus strenuous* и крупных дафний *Daphnia Magna*. Последние имели розовый цвет, который может быть признаком недостатка кислорода в воде.

Второй точкой отбора стала Река Бусинка, после впадения в нее реки Коровий Враг. На левом берегу за неширокой лесополосой расположены ворота и въезд для мусоровозов. На правом берегу — также за неширокой лесополосой — площадки и здания ООО Экспромсервис, с заездом на МКАД.

На рассматриваемом участке сброс сточных вод в реку Бусинка осуществляют два хозяйствующих субъекта: ООО «Экопромсервис» и МУП «Инженерные сети г. Долгопрудного». В связи с чем, источником возросших концентраций аммоний-иона, а также изменений в структуре водной экосистемы может являться хозяйственная и/или иная деятельность вышеупомянутых юридических лиц. Запах гнилостный 2/3 балла, прозрачность 20 см.

Не смотря на близость к полигону, данная точка пестрит обилием биомассы биоты. Однако по сравнению с первой точкой можно заметить резкое снижение общей численности биоты и перевес численности в сторону циклопов, в то время как в первой пробе доминировали дафнии. В бентосной пробе обнаружена одна личинка комара-звонца опушенного *Chironomus plumosus* и 5 личинок малощетинкового червя – трубочника обыкновенного *Tubifex tubifex*.

Бывшая несанкционированная свалка возле деревни Радумля. Первой точкой отбора на данной территории стал ручей без названия, который по картам являлся притоком реки Радомли. Точка расположена на трассе А-107, Ленинградско-Дмитровский перегон, 2-й км.

Не смотря на ликвидацию полигона, в пробах было выявлено превышение нормативов по хлорид-иону и весьма значительное — по аммоний-иону. Содержание аммоний-иона в концентрациях, превышающее фоновое значение, говорит о загрязнении сточными водами.

Из этого можно сделать предположение, что на состояние водоема влияют предприятия, расположенные ниже по реке, такие как полигон ТКО, расположенный северозападнее д. Майдарово, а так же местные промпредприятия.

Гидробионты на данной точке имели единичную встречаемость: циклопы *Ectocyclops phaleratus* и *Cyclopus strenuous*, подёнок *Habrophlebia lauta* и личинки комара обыкновенного *Culex pipiens*. В пробе планктона – трубочник *Tubifex*. Последние два организма указывали на загрязнённость ручья.

Вторая точка была расположена на том же ручье на территории деревни Радумля, вблизи д. 14/2. Место отбора представляло собой водоём около СНТ. Берега и отмель покрывали ивовые листья.

По ходу движения от точки 1 до точки 2 концентрация аммония даже снилась в 2 с лишнем раза. Вероятно, на качестве воды благотворно сказываются процессы самоочистки, идущие в водоёме на точке 2.

В отличие от первой точки, на которой гидробионты имели единичную встречаемость, в стоячей воде пруда их обнаружилось достаточно много. Причём количество циклопов в пробе на порядок превзошло количество дафний. В донном иле массово присутствовал характерный для заиленных стоячих водоёмов, загрязнённых ручьёв и рек полисапроб трубочник обыкновенный.

Сводные данные по всем участкам с оценкой по интегральным показателям ИЗВ и индекса сапробности, а также проблемными загрязнителями, по которым есть превышения ПДК, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Комплексные показатели

Район полигона ТКО	Положение точки	Система ПДК _{р-х}		Система ПДК _{х-п}		Оценка по Индексу Пантле и Букку
		Оценка по ИЗВ	Проблемный загрязнитель	Оценка по ИЗВ	Проблемный загрязнитель	
Долгопрудный	до	Умеренно Загрязнённая	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Чистая	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Умеренно Загрязнённая
	после	Загрязнённая	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Умеренно Загрязнённая	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Умеренно Загрязнённая
Бывший в Радумле	до	Умеренно Загрязнённая	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Умеренно Загрязнённая.	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Умеренно Загрязнённая (ненадёжн.)
	после	Умеренно Загрязнённая	NH ₄ ⁺	Чистая	NH ₄ ⁺	Умеренно Загрязнённая

По данным из таблицы можно сделать вывод, что по общей оценке оба района можно оценить как умеренно загрязненные, однако притоки реки Лихоборка в районе ТКО “Долгопрудный” является более проблемным.

По содержанию зоопланктона воды идентифицированы как умеренно загрязнённые. Во время исследования водоёмов были обнаружены представители разных видов, и при воздействия внешних антропогенных факторов, количественное и видовое разнообразие менялось, но данные изменения не являются существенными, так как от этого класс загрязнения по гидробиологическим показателям не меняется.

Из всего этого можно сделать вывод, что хорошо обустроенные закрытые полигоны не оказывают существенного влияния на изученных гидробионтов.

Библиографический список

1. Гудкова, Н. К. Влияние полигонов ТКО на деградацию биогеоценозов прибрежных зон водотоков и Черного моря / Н. К. Гудкова, Т. Л. Горбунова, Н. И. Матова // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 117–124. – <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-5-117-124>.
2. Василискова, А. В. Геоэкологическая характеристика водного объекта без названия, расположенного вблизи рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов Калининградской области / А. В. Василискова, С. В. Кондратенко, А. С. Меньшенин ; Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия // Известия Иркутского государственного университета, Серия «Науки о Земле» – 2023. – Т. 46 – С. 16–34. – <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.46.16>
3. Хучунаева, Л. В. Оценка экологического состояния водных объектов вблизи полигонов ТКО (на примере полигона ТКО поселка Кашхатау КБР) / Л. В. Хучунаева : ФГБУН Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик // Геополитика и экогеодинамика регионов. – Том 9 (19). – Вып. 1. – 2023 г. – С. 290–298.

4. Титова, А. Г. Оценка влияния полигона твёрдых коммунальных отходов на окружающую среду с использованием междисциплинарного подхода / А. Г. Титова ; Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН) // Проблемы региональной экологии – 2019 – № 2. – С. 53–58. – <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-12053>.

5. Евграфов, А. В. Влияние экологических условий на состав зоопланктона в среднем течении реки Лихоборка / А. В. Евграфов, Н. С. Косов, А. В. Цветкова // Тимирязевский биологический журнал. – 2023 – № 1. – С. 73–79. – <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-1-73-79.13>

6. Косов Н.С. Первичное обследование верховий Лихоборки в осенний период 2023 года / Н. С. Косов, А. В. Евграфов (науч. рук.) // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых учёных. Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок (1 декабря 2023 года) / редкол.: А. А. Горохов (отв. редактор), в 4-х томах, Том 1. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 30–34.

OPTIMAL MAINTENANCE OF CARBON AND NITROGEN CYCLES BY RECYCLING LIVESTOCK WASTE THROUGH THE BIODIGESTION SYSTEM WITH AN INNOVATIVE MOTO-GENERATOR

Vivallos Soto Cristian, postgraduate student, Departments of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, c.vivallossoto@gmail.com
 Scientific adviser - **Vasenev Ivan Ivanovich**, Doctor of Biological sciences, Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vasenev@rgau-msha.ru

Abstract. The article is devoted to the balance of the carbon and nitrogen cycle through the processing of livestock waste using a biodigestion system with an innovative motor generator, which is a promising method for utilising organic waste while simultaneously generating energy. The authors emphasise that the technology maintains optimal carbon and nitrogen cycles, reducing the environmental impact and increasing agricultural efficiency. The article states that anaerobic biodigestion allows methane-enriched biogas to be obtained, and the moto-generator converts it into electrical energy with high performance and power, and that can feed the electrical appliances of the same biodigester to optimize the function of methanogenic bacteria. This contributes to a closed production cycle, reduces greenhouse gas emissions, and improves soil fertility through organic fertilisers. The implementation of the system increases the economic and environmental sustainability of agro-industrial complexes.

Key words: animal waste, carbon and nitrogen cycle, biodigestion system, innovative moto-generator, recycling-bioenergy.

The livestock sector generates large volumes of manure, which, through anaerobic fermentation, releases high emissions of CH₄ and CO₂ gases. The former is 85 times more polluting than the latter, and CH₄ accounts for 30–35% of livestock emissions. Furthermore, the action of nitrifying bacteria releases N₂O, which accounts for 30–50% of agricultural production. Manure causes many problems related to the greenhouse effect and environmental pollution of soil, water, and air (CH₄ & CO₂ gases), animal health due to pathogenic organisms, and without generating energy; all of which results in financial and legal costs. Furthermore, the different treatment methods, both with and without energy generation, can be expensive and/or confusing. An important method to solve the above is the biodigestion system [1,2].

Table 1

Organic wastes

Parameter	Unit	Level
Cows	N°	1
Manure/animal	Kg/day	10-45
Production cow	Kg	400 - 500
CH ₄ released	%	60
CO ₂ released	%	40
CH ₄ & CO ₂ released	m ³ /day	0.4 - 1
N released	%	1.5 - 4.5
N ₂ O released	%	1 - 5 %

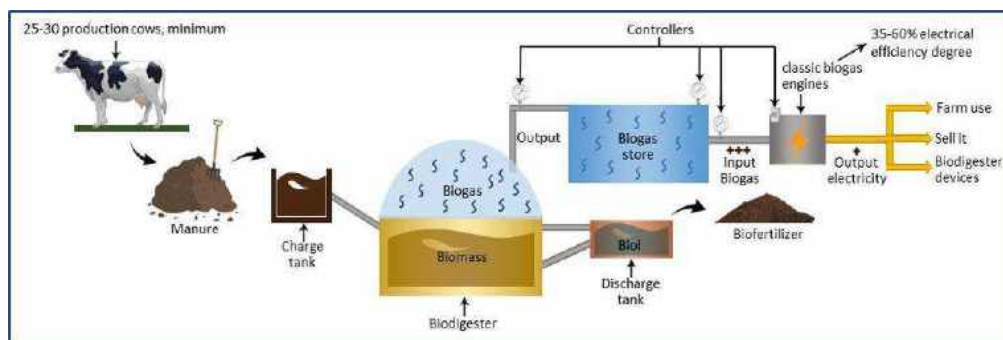


Fig. 1 Classic Biodigestion (metantenk) systems

Table 2

Recycling with biodigestion system

Parameter	Level %
CH ₄ production	60 - 70
CO ₂ production	30 - 40
N ₂ O production	1 - 5
Electrical efficiency	11 - 45
NH ₄ ⁺ in fertilizer	60 - 95

The purpose of the study is to evaluate the carbon and nitrogen cycle involving organic waste from livestock and the application of a higher-performance biodigestion system to optimize the process of methanogenesis, recycling of methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂), nitric oxide (N₂O), release of ammoniacal nitrogen and energy production.

The technologies and processes are the manure recycling and bioenergy generation through the biodigestion system developed with an innovative motor-generator, which could take advantage of lower biogas production and generate greater amounts of electricity compared to other similar methods.

Through the metantenk system with the innovative motor-generator (IMG), the biogas produced during the recycling of animal feces can help to [3,4]:

- Generate a high level of electricity taking advantage of low levels of biogas through the use of the motor-generator.
- Part of this electrical energy will be used in the metantenke to make the methanogenic process more efficient and thus optimally maintain the carbon and nitrogen cycle, protecting the atmosphere from CH₄, CO₂ and N₂O gases, soils, water, reusing methane as electrical energy and circulating it back into the system.
- Protect animal health at high levels from organic waste containing pathogenic microorganisms.
- Generate greater profits and savings in the implementation of metantenks with the IMG.

It's a method to maintain the carbon-nitrogen cycle with the reuse of CH₄ gas, efficiently with the metantenk system with the IMG.

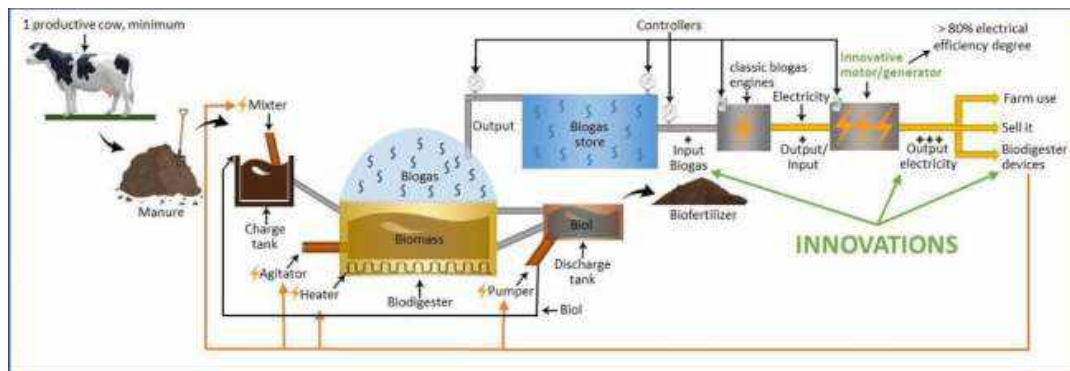


Fig. 2 Biodigestion system with the innovative moto-generator, model N° 1

Research tasks and results in the scale models (plan)

Implementation and function of the project for the research in a production poultry farm of the RGAU-MSHA Timiryazev, using manure also from a poultry farm in Sergei Pozad:

1. Prefeasibility and feasibility studies of the biodigester with the innovative motor-generator (IMG)
2. Feasibility study (Part 2) of the biodigester with the IMG, Model No. 1
3. Implementation of a scaled-up biodigester in the Ecology Department for a poultry farm (without the IMG)
4. Function and monitoring of a scaled-up biodigester, with control devices and laboratory analysis (without the IMG)
5. Testing and creation of the IMG, Model No. 1
6. Implementation, conversion, and function of the IMG into the biodigester (with the aid of a classic biogas combustion engine, ICE)
7. System monitoring, testing and verification, with control devices and laboratory analysis (without power to the system)
8. Feasibility study (Part 3) for the use of the IMG and energy to the biodigester
9. Implementation, adaptation, and operation of the IMG and energy in the system
10. System monitoring, with control devices and laboratory analysis (with energy from the biodigester)
11. Feasibility study (Part 4) of the IMG, model No. 2, with biogas (without the aid of a biogas ICE)
12. Implementation, development, and operation of the IMG in the biodigester (without the aid of the biogas ICE)
13. Monitoring of the previous system, with control devices and laboratory analysis (without energy from the biodigester)
14. Implementation, adaptation, and operation of the previous IMG and energy in the biodigester
15. Monitoring of the previous system, with control devices and laboratory analysis
16. Maintenance, normative, and economic evaluation of the entire system

Specific results from the scale models:

- Agroecological evaluation of the processes and results of organic waste and livestock by-product recycling in biodigesters without and with the traditional biogas engine (ICE).
- Comparative evaluation of the agroecological efficiency of using recycled livestock by-products with the use of the biodigester with the IMG.

For the two previous points, the evaluation with waste recycling from poultry, pigs, fattening cows, dairy cows:

1. Maintenance of internal temperature and type of methanogenic bacteria
2. Gaseous fraction: biogas production - CH_4 , CO_2 , N_2O
3. Liquid fraction: pre- and post-treatment biomass (biol)
4. Solid fraction: fertilizer - ammoniacal nitrogen

5. Electrical fraction: electrical-mechanical generation - volts, watts, amperes, EMF, back EMF, rpm, resistance.
6. Operation of the mixer, agitator, heater and recirculating pump: rpm, run time, temperature

Place of production-experiment

- Poultry manure from a poultry farm in Sergiev Posad. Institution: SGC Zagorskoe EPH - branch of FNC Vnitip RAS.
- Place for experiment and poultry manure, in the production poultry farm of the RSAU named after K.A. Timiryazev.

Analysis and monitoring through measurement and determination of parameters [5,6]:

- of the pre and post treatment biomass, which are dry mass, volatile mass, pH, carbon, nitrogen, carbon/nitrogen ratio, proteins, fat, moisture, chemical oxygen demand, biological oxygen demand, minerals. All this through laboratory analysis: dry mass with method 2540E. Edge Standard, samples are weighed on an m-Prove Precision Balance sAY 123 analytical balance, Sartorius AG, samples are dried in a "snol 10/11" muffle furnace, pH meter; carbon and nitrogen with: near-infrared spectroscopy NIRS DS2500, classic biogas engine, innovative moto-generator, and/or Hach EZ7676 total nitrogen analyzer.
- for the dimension, design and function of the metantenk, with the manuals of the company Aqualimpia (Moncayo, G.) and the Ministry of Energy of Chile (Varnero, M.), also with the computer program of the company "Biopecuaria ltda" [7].
- of the biogas after recycling of the metantenk, which are CH₄, CO₂, N₂O, H₂S and other gases; by means of a manometer, flowmeter and gas analyzer.

Discussion of the relevance of the research

- The topic of this study is topical. The problems discussed are of primary importance and also an opportunity for this research: animal health, environmental pollution (the greenhouse effect), and non-conventional renewable energy.
- Related to the method, there is the lack of knowledge and skepticism among many professionals regarding a method that proposes new operating principles in the biological, chemical, and physical fields. On the other hand, there is a lack of information and suppliers for this system.
- There an increasing interest in this topic and method, although more in research than in market implementation, as it can be a costly and/or somewhat confusing system, as well as competition from other cheaper and/or simpler methods. Also, this field has moved on to something new; there has been progress in this field, with simpler and lower-priced technologies, as well as more efficient, albeit at a higher price. Furthermore, competition is strong in the field of fossil fuels and other renewable energies.

References

1. Costea, G., León Á. The Book of Ecology; ed. Libsa, Spain, 2021, book, 159 p.
2. Khisameeva, L., Selyugin, A., Abitov, R., Busarev, A., Urmitova N. Treatment of urban sewage sludge, Kazansk Publishing House; Kazan State Architectural and Construction University and Ministry of Education and Science of Russian Federation, Russia, 2016, book, 106 p.
3. Lyskova V. K. The study of modern, environmentally sound methods of reducing the carbon footprint at the thermal power plant in Moscow, Russia; Russian State Agrarian University - Timiryazev Agricultural Academy, A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Department of Ecology, Moscow, 2023, thesis 74 p.
5. Ponce, E. Simple methods for obtaining rural biogas and its conversion into electricity; ed. IDESIA, volume 34, No. 4, Chile, 2016, article, 5 p.
6. Quiroz, H., Elliot, B., Moraga, A., Soto, P. Guide for the Installer of Medium and Large-Scale Biogas Plants; Ministry of Energy of Chile and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit of Germany (MINENERGÍA/GIZ), Chile, 2018, book, 246 p.

7. Vivallos, C. Possibilities of local anaerobic processing of organic waste in livestock farms; Peoples' Friendship University of Russia (PFUR), Institute of Ecology, Moscow, and Biopecuaria company, Santiago, Chile, 2021, thesis, 111 p.

STUDY OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF SNOW COVER ON THE EXAMPLE OF PARKS AND RECREATIONAL AREAS

Кубик Николай Романович, postgraduate student of the Polytechnic School, Siberian Federal University (SibFU), e-mail: nikolay.kubik@mail.ru

Onipko Sofia Evgenievna, a student of the Polytechnic School, Siberian Federal University (SibFU), e-mail: onipkos@bk.ru

Abstract: *The article presents the results of the analysis of snow cover pollution in one of the recreational areas of Krasnoyarsk. The research was conducted by collecting samples in the eco-park Gremyachaya Griva, which is part of the campus of the Siberian Federal University. During the study, six elements were classified and recognized: barium, potassium, lithium, magnesium, sodium and strontium. The samples were obtained by analyzing fresh snow that fell during three snowfalls in December 2024, February and March 2025. The analyzes were carried out using a Unico-2804 spectrophotometer and Kapel-105M capillary electrophoresis.*

Keywords: *snow cover, pollution level, air quality.*

Snow cover, as the most important component of the cryosphere, plays a key role in the formation of climate, hydrological regime, and functioning of terrestrial ecosystems [4]. In addition to reflecting solar radiation and thermoregulating the soil, it is an accumulator and carrier of pollutants that, when released from the atmosphere, have a negative impact on the environment and human health. To date, the study of snow cover is one of the most accessible and reliable methods for obtaining information about the intake of pollutants from the atmosphere [6]. Snow cover is successfully used by many researchers from different regions and countries to indicate air pollution, since snow is an excellent natural absorber of many substances from the air [1].

The problem of snow cover pollution is particularly relevant for industrial regions and urbanized areas; in particular, in the Gremyachaya Griva eco-park, this issue is aggravated by heavy traffic along the recreation area, high attendance of this place by citizens and typical modes of dispersion of harmful emissions [5]. This study is based on a comprehensive approach that includes the following steps:

1. Snow sampling was carried out in eco-park locations with the maximum tourist load - parking lots, public transport stops, business centers. For each sample, the following parameters were recorded: location, date and time of sampling, snow cover height, snow density, snow and air temperature. The sampling method complies with international standards and ensures representativeness and reliability of the results obtained.

2. Abortion analysis of samples. At the next stage, laboratory analysis of the selected samples is carried out to determine the concentration of various pollutants. The presence of values of the following indicators was determined: barium, potassium, lithium, magnesium, sodium, strontium and dry residue.

3. Data processing and analysis. At the third stage, statistical processing and analysis of the obtained data is carried out. Using the Quantum GIS geoinformation system, spatial interpolation (inverse weighted distances) maps of the distribution of pollutants are constructed, taking into account the distance from the sample collection point to the nearest significant road (Fig. 1).

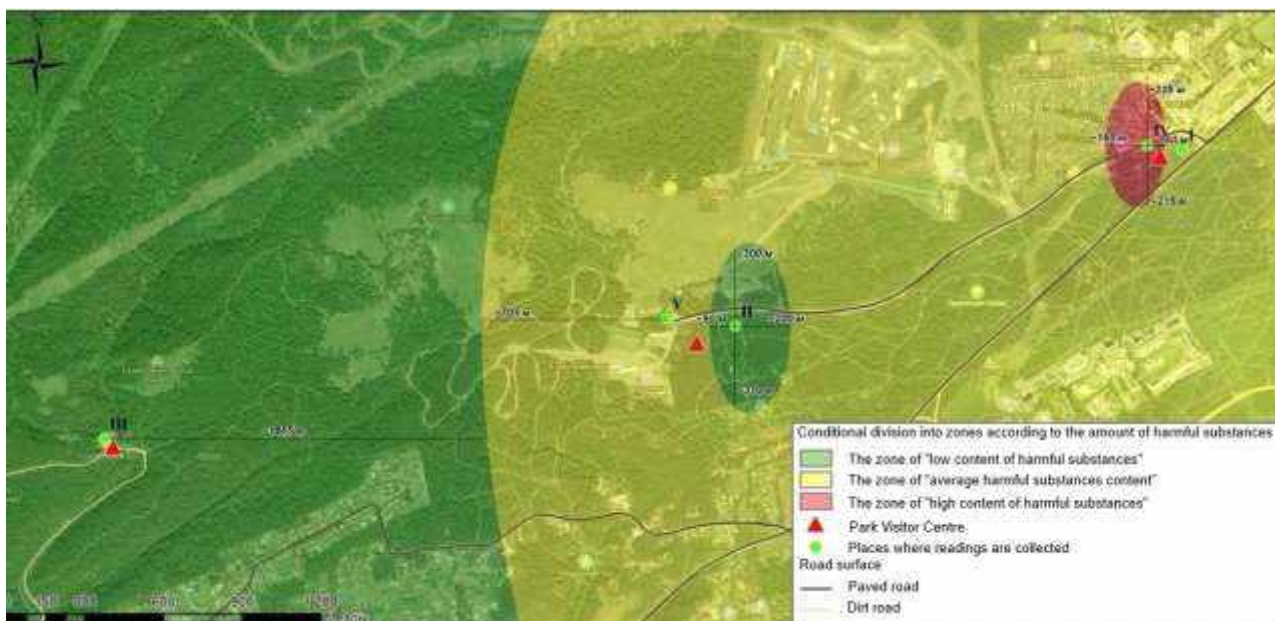


Fig. 1 Spatial distribution of potassium(K), sodium (Na), magnesium (Mg) and iron (Fe) concentrations in the territory of the Gremyachaya Griva eco-park

4. Environmental impact assessment. At this stage, an assessment of the environmental impact of snow cover pollution on the environment and human health is carried out.

As a result of the study were, the most polluted areas of snow cover in the Gremyachaya Griva eco-park were identified. It was found that most of the dust settles on the snow cover of the park near the first visitor center (point IV on the map). These values are probably related to the presence of reagent residues in the snow. The results obtained can be used to optimize tourist routes, rationalize the anthropogenic load, and take into account when planning new hiking routes in the eco-park. In addition, the results of the study may be useful for other regions with similar environmental problems.

In conclusion, this study represents an important step in studying the problem of anthropogenic snow cover pollution and developing effective measures to address it. An integrated approach based on a combination of field research, laboratory analysis, and mathematical modeling allows us to obtain reliable and representative results that can be used to make scientifically based management decisions in the field of environmental protection [2-3]. Regular monitoring of snow cover pollution is a necessary condition for maintaining environmental safety and ensuring the sustainable development of eco-parks and recreational areas.

References

1. Talovskaya A. V. et al. Dust pollution of snow cover in the industrial areas of Tomsk city (Western Siberia, Russia). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016; Vol. 33: Contemporary Issues of Hydrogeology, Engineering Geology and Hydrogeoeology in Eurasia: All-Russian Scientific Conference with International Participation on Contemporary Issues, 23–27 November 2015, Tomsk, Russia.
2. Rødland E. S., Lind O. C., Reid M. J., Heier L. S., Okoffo E. D., Rauert C., Thomas K. V., Meland S. Occurrence of tire and road wear particles in urban and peri-urban snowbanks, and their potential environmental implications. Science of The Total Environment. 2022; Volume 824: 153785. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153785>.
3. Vijayan A., Österlund H., Marsalek J. et al. Estimating Pollution Loads in Snow Removed from a Port Facility: Snow Pile Sampling Strategies. Water Air Soil Pollut. 2021; 232: 75. <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05002-9>.
4. Kulagina L. V., Zaitseva E. N. Forecasting the hydrological regime using the LSTM network on the example of the Yenisei River. Russian Journal of Applied Ecology. 2024; № 4(40): 18-22. <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2024.4.18.22>. EDN QBRVXC.

5. Kulagina L. V. Certificate of state registration of a computer program No. 2023616496 Russian Federation. A program for predicting air quality based on a machine learning model: No. 2023611680. Submitted on 02/01/2023, published on 03/28/2023. Applicant: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY". EDN DMHFIE.

6. Gutenev V. V., Kulagina T. A., Kulagina L. V. Ecology of the technosphere: A textbook. Moscow: Magenta Publishing House; 2008. 468 p. ISBN 5-98156-084-3. EDN VSLEOL.

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузов Николай Алексеевич, аспирант 1-го года обучения, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: kuzovkoly@gmail.com

Научный руководитель - **Габечая Валерия Вячеславовна**, ассистент кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: gabechaya@tim-stud.ru

Научный руководитель - **Андреева Ирина Викторовна**, доцент кафедры экологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: i.andreeva@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследование посвящено изучению влияния кислотности почв (pH) на аккумуляцию тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Co) в ампелоценозах Ростовской области. На основе данных агрохимического анализа почвенных образцов, отобранных на виноградниках разного возраста и лесополосе, проведен комплексный статистический анализ, включающий корреляционный, кластерный и дисперсионный методы.

Ключевые слова: тяжелые металлы, pH, виноградники, медь.

Современные агроэкосистемы сталкиваются с серьезной проблемой накопления тяжелых металлов в почвенном покрове, что обусловлено интенсивной хозяйственной деятельностью человека. Особую тревогу вызывает ситуация с многолетними виноградными насаждениями, где многолетнее применение химических средств защиты растений и удобрений создаёт условия для аккумуляции токсичных элементов. Эти загрязнители обладают выраженной способностью к миграции по почвенному профилю и включению в пищевые цепи, представляя серьезную экологическую угрозу и потенциальную опасность для здоровья населения [2].

В контексте данного исследования особый интерес представляет Ростовская область - ключевой аграрный регион юга России. Преобладающие здесь чернозёмные почвы, несмотря на свои высокие природные плодородные качества, они демонстрируют повышенную уязвимость к процессам деградации и химического загрязнения. На фоне наблюдаемых климатических изменений и роста антропогенного воздействия принципиально важным становится изучение ключевых факторов, определяющих поведение тяжелых металлов в почвах, где показатель кислотности (pH) играет важную роль [1].

Современные научные данные однозначно свидетельствуют о существенном влиянии кислотно-щелочного баланса почв на миграционную активность и биологическую доступность тяжелых металлов. В условиях кислой реакции среды (pH ниже 6.0) происходит переход металлов в более подвижные формы, что значительно увеличивает риски их вымывания в грунтовые воды и усвоения сельскохозяйственными культурами. При этом в щелочных условиях (pH выше 7.5) наблюдается образование труднорастворимых соединений, существенно ограничивающих биологическую доступность данных элементов [5].

Основной целью проведённого исследования стало всестороннее изучение влияния кислотности почв на процессы аккумуляции тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Co) в ампелоценозах Ростовской области с применением современных методов статистического анализа. Особое внимание было уделено разработке практических рекомендаций по снижению экологических рисков, связанных с загрязнением почв тяжелыми металлами.

Объектом исследования выступила почва под виноградниками разного возраста (1986, 2002, 2005 годов заложения) в пределах Новочеркасского отделения опытного поля Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Ростовская область). Климат на территории опытного поля среднеконтинентальный. Наиболее характерными чертами климата являются: неустойчивое увлажнение; жаркое лето и умеренно холодная зима; кратковременный ливневый характер летних и, отчасти, осенне-весенних осадков; низкая относительная влажность в летние месяцы. Агроклиматические и почвенные условия региона соответствуют требованиям культуры винограда.

В ходе полевого исследования в сентябре 2024 года был проведен отбор почвенных образцов (171 шт.) и растительных образцов (листья и ягоды винограда) в количестве 20 шт. Отбор почвенных образцов проводили на глубину 0-5, 5-15, 15-30 и 30-40 см.

Содержание меди в почве определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре Agilent 240FS Series AA. Для определения валового содержания меди почвенные пробы подвергали разложению азотной кислотой и перекисью водорода в микроволновой системе пробоподготовки MILESTONE ETHOS UP. Подвижные формы меди в почве определяли в соответствии с РД 52.18.289-90 [3].

Измерение pH выполнялось потенциометрическим методом в водной вытяжке [4].

Все расчеты выполнены в программах Statistica 10 и R 4.0.2.

Анализ данных (таблица 1) кислотности почвы выявил значительную пространственную неоднородность на исследуемых территориях. В зоне лесополосы почвы сохраняли слабощелочную среду (pH 7.93-8.47), что характерно для ненарушенных черноземов региона [7]. В отличие от этого, почвы виноградников демонстрировали значительно более широкий диапазон pH (6.73-8.57), с наиболее низкими значениями, постоянно наблюдаемыми в нижних частях склонов молодых насаждений (заложенных в 2005 году). Наиболее кислые условия (pH 6.73-7.34) были зафиксированы в поверхностных горизонтах (0-20 см) этих виноградников, что указывает на возможное антропогенное подкисление в результате длительных агрономических практик [6].

Таблица 1

**Валовое содержание тяжелых металлов в почве виноградников на опытном поле
ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко, мг/кг и показатель pH**

Объект исследования	Ряд/междурядье	Горизонт, см	Co	Cu	Ni	Pb	Zn	pH
Фон								
Лесополоса	-	0–5	11,69	43,35	42,27	54,68	66,79	7,93
		5–15	12,32	36,4	46,11	60,86	64,65	8,03
		15–30	10,84	24,33	41,34	51,06	54,99	8,24
		30–45	10,71	23,64	40,55	51,07	53,93	8,47
Виноградник 1986 (38 лет)								
Верхняя часть склона	Ряд	5–15	10,05	78,09	38,05	49,19	65,45	7,27
		15–30	12,19	86,91	45,86	62,19	69,24	7,08
		30–45	10,48	58,56	38,77	48,34	57,89	8,51
		30–45	10,75	27,84	41,19	48,22	58,02	8,57
	Междурядье	0–5	11,88	83,87	43,37	55,43	62,83	7,23
		5–15	11,2	82,31	41,88	57,39	64,58	7,9
		15–30	11,31	60,38	42,42	51,97	61,33	8,14
		30–45	10,93	34,75	41,67	52,39	54,84	8,14

Средняя часть склона	Ряд	0–5	11,18	82,38	40,59	56,12	60,47	8,17
		5–15	11,11	80,14	41,06	54,91	59,82	8,29
		15–30	11,32	78,15	42	56,15	59,35	8,53
		30–45	10,23	38,28	38,15	46,81	50,61	8,52
	Междурядье	0–5	10,9	80,09	40,83	53,16	59,79	7,75
		5–15	11,98	84,52	45,44	55,61	63,53	8
		15–30	12,12	35,74	46,45	57,46	58,5	8,26
		30–45	12,85	48,52	49,08	64,1	64,48	8,05
Нижняя часть склона	Ряд	0–5	12,26	90,04	48,08	53,69	67,32	8,06
		5–15	12,31	90,28	49,6	56,78	66,46	7,95
		15–30	12,88	47,05	49,33	66,29	65,5	7,85
		30–45	11,47	30,89	44,9	55,52	55,48	8,44
	Междурядье	0–5	10,28	21	42,44	51,48	49,02	7,85
		5–15	11,59	81,3	43,38	55,96	63,48	7,64
		15–30	10,28	73,65	39,5	48,24	55,46	8,62
		30–45	11,19	70,74	42,63	48,9	57,11	8,43
Виноградник 2005 (19 лет)								
Верхняя часть склона	Ряд	0–5	11,38	87,31	43,02	53,4	66,29	7,67
		5–15	11,54	88,09	47,7	53,69	67,32	7,83
		15–30	12,73	85,26	50,67	57,05	70,47	8,1
		30–45	12,08	44,04	46,53	57,75	63,8	8,17
	Междурядье	0–5	11,38	81,64	42,7	52,98	62,69	7,86
		5–15	11,54	81,64	44,21	59,2	63,94	7,88
		15–30	11,23	60,2	42,13	49,09	58	8,34
		30–45	9,85	25,15	37,49	45,96	49,16	8,49

Продолжение таблицы 1

Средняя часть склона	Ряд	0–5	10,9	62,15	40,54	52,1	57,9	7,45
		5–15	11,2	90,56	41,35	51,91	63,23	7,49
		15–30	11,35	57,61	43	53,97	57,71	7,43
		30–45	10,48	23,29	39,69	50,54	51,36	7,59
	Междурядье	0–5	11,26	66,65	42,6	54,47	59,64	7,3
		5–15	12,1	86,09	46,92	59,7	69,58	7,16
		15–30	12,34	60,92	46,52	61,87	63,62	7,38
		30–45	12,19	33,98	46,89	59,94	60,79	7,68
Нижняя часть склона	Ряд	0–5	12,31	95,34	45,92	55,85	76,17	7,55
		5–15	12,71	92,4	47,7	60,47	77,67	7,82
		15–30	11,64	83,42	43,71	54,75	72,31	7,83
		30–45	10,98	25,06	41,19	51,99	56,64	7,72
	Междурядье	0–5	11,17	81,42	41,97	52,84	67,73	6,73
		5–15	12,21	89,44	46,25	60,82	74,33	6,84
		15–30	12,11	47,05	46,14	55,22	65,93	7,34
		30–45	10,55	23,47	41,15	49,57	54,44	7,16
Залежь								
Верхняя	-	0–5	10,72	76,23	39,72	56,1	59,73	8,24

часть склона		5–15	10,82	76,74	40,89	52,58	61,41	8,12
		15–30	10,38	24,2	39,87	48,35	50,97	8,49
		30–45	10,55	27,73	40,57	51,79	52,76	8,78
Нижняя часть склона	-	0–5	11,47	82,8	43,97	53,14	63,61	7,89
		5–15	11,22	82,59	43,03	53,8	62,74	8,06
		15–30	10,17	76,7	38,35	47,39	57,94	7,96
		30–45	13,44	28,04	92,99	56,06	47,24	8,17

Корреляционный анализ. Комплексное корреляционное исследование (таблица 2) выявило четкие закономерности поведения тяжелых металлов относительно pH почвы:

Таблица 2

Коэффициенты корреляции Пирсона между pH почвы и содержанием тяжелых металлов

Элемент	Коэффициент (r)	Уровень значимости (p)	Интерпретация
Cu	-0.65	<0.001	Сильная отрицательная корреляция
Pb	-0.48	<0.05	Умеренная отрицательная корреляция
Zn	-0.52	<0.01	Умеренная отрицательная корреляция
Ni	-0.12	>0.05	Нет значимой корреляции
Co	+0.08	>0.05	Нет значимой корреляции

Особенно сильная корреляция Cu-pH ($r=-0.65$), вероятно, отражает как геохимическое поведение, так и историческое использование медьсодержащих фунгицидов в виноградарстве.

Иерархический кластерный анализ выделил три четкие группы почв: щелочные почвы с низким содержанием металлов: преимущественно территории лесополос с pH >7.5 и минимальным накоплением металлов. Подкисленные почвы с высоким содержанием металлов: участки виноградников с pH <7.0, показывающие накопление Cu, Pb, Zn. Переходные почвы: промежуточные характеристики, в основном в старых виноградниках. Пространственное распределение этих кластеров показало четкую связь с историей землепользования и топографическим положением, подтверждая гипотезу о склонозависимом перераспределении металлов.

Исследование подтвердило, что pH является основным фактором, контролирующим подвижность тяжелых металлов в почвах виноградников, особенно для Cu ($r=-0.65$), Pb ($r=-0.48$) и Zn ($r=-0.52$). Эти элементы показали повышенное накопление в кислых условиях (pH <7.0), вероятно, из-за увеличенной растворимости их соединений.

Никель и кобальт продемонстрировали pH-независимые закономерности распределения ($p>0.05$), что указывает на преимущественно литогенное происхождение, а не антропогенные источники.

Библиографический список

1. Smith A.B., Johnson C.D., Williams E.F. Heavy metal accumulation in vineyard soils of Southern Russia // Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28. P. 12345-12356. DOI: 10.1007/s11356-021-12345-6
2. Jones M.K., Brown P.R. Ecotoxicological risks of metal contamination in agricultural ecosystems // Journal of Environmental Quality. 2020. Vol. 49, № 3. P. 678-690.
3. ГОСТ 30692-2000. Почвы. Определение тяжелых металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным методом. Введ. 2001-07-01. М.: Стандартинформ, 2000. 12 с.
4. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения pH водной и солевой вытяжек. Введ. 1986-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1985. 8 с.

5. Бойко Т.Ф. Влияние кислотности почв на миграцию тяжелых металлов // Почвоведение. 2018. № 3. С. 45-52.
6. Dynamics of carbon stock on fallow lands of black soils / M. V. Tikhonova, A. V. Buzylev, Ya. S. Zhigaleva, M. A. Polshina // Caspian Journal of Environmental Sciences. – 2025. – Vol. 23, No. 1. – P. 13-20. – DOI 10.22124/CJES.2025.8557. – EDN ECIEMA.
7. Miller J.K., Anderson B.N., Harris T.L. Age-dependent metal accumulation in vineyard soils // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2023. Vol. 342. 108212.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА МОСКВЫ

Латышева Ольга Станиславовна, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, latysheva@rgau-msha.ru

Научный руководитель - Таллер Евгений Борисович, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, etallereb@rgau-msha.ru

Аннотация: Разработка эффективных методов, направленных на регулирование антропогенной нагрузки, невозможна без верифицированной информации о состоянии экологических систем и тенденций изменений, происходящих в них. Подобную информацию можно получить в рамках системы комплексного мониторинга. Немаловажную роль в этом процессе играет биологическая индикация, в частности, лишеноиндикация, которая была использована в данной работе как основной метод оценки качества атмосферного воздуха. В ходе проводимых исследований были определены виды лишайников, оценена площадь проективных покрытий лишайников, рассчитан индекс полеотолерантности и дана сравнительная характеристика биологического разнообразия лишайников рекреационной, селитебной и промышленной зон территории Западного административного округа (ЗАО) Московского мегаполиса.

Ключевые слова: экологический мониторинг, биологическая индикация, лишайники, лишеноиндикация, загрязнение атмосферного воздуха, биологическое разнообразие.

Наиболее чувствительными организмами к загрязнению атмосферного воздуха являются растения. По этой причине именно растения чаще всего и используют в роле биологических индикаторов атмосферного загрязнения. Наиболее значимое отрицательное воздействие на растительные сообщества в условиях мегаполиса оказывают следующие загрязняющие вещества: диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и др.; наиболее распространенное загрязняющее вещество – диоксид серы. Резистентность растений к диоксиду серы сильно отличается в зависимости от вида (например, даже незначительное наличие диоксида серы в атмосферном воздухе довольно быстро диагностируют лишайники и некоторые хвойные) [1, 3].

Лишеноиндикация – доступный, эффективный и экономически выгодный метод мониторинга качества атмосферного воздуха; относится к методам биоиндикации. Благодаря чувствительности, незначительной изменчивости и широкому распространению лишайники были выбраны объектом глобального мониторинга. В лишеноиндикации используют следующие основные характеристики лишайников: видовой состав и разнообразие лишенофлоры; показатели биомассы и проективного покрытия конкретных видов и лишенофлоры в целом; индексы соотношения показателей обилия кустистых, листоватых и накипных лишайников; доля эпифитных лишайников в обилии лишенофлоры; толщина и плотность слоевища, степень покрытия слоевища соредиями, пигментация, общее изменение окраски. Наиболее распространенным направлением лишеноиндикации можно назвать наблюдение за изменениями относительной численности лишайников [1, 2, 4].

Объектами исследований были выбраны три различные по своему назначению (рекреационная, селитебная, промышленная) функциональные зоны в пределах ЗАО Москвы. В качестве основного метода исследований был выбран метод линейных пересечений. Данный метод позволяет определить виды лишайников на исследуемых территориях, а также оценить площади проективных покрытий лишайников, рассчитать

индекс полеотолерантности и оценить степень загрязнённости атмосферного воздуха. Для проведения сравнительного анализа разнообразия видов исследуемых участков был проведён расчёт коэффициента (индекса) сходства Жаккара [1].

В ходе исследования различных функциональных зон ЗАО Москвы было обнаружено 10 видов эпифитных лишайников. На изучаемых территориях лишайники распределены неравномерно, наибольшее биологическое разнообразие было выявлено в прибрежных зонах, т.к. там создаются наиболее благоприятные микроклиматические условия для роста и развития эпифитных лишайников.

В пределах *первой пробной площади* было найдено 9 видов лишайников. Индекс полеотолерантности для рекреационной зоны составил 6,7 (относительно чистая зона с концентрацией SO₂ 0,03–0,08 мг/м³).

Таблица 1

Результаты вычислений для первой пробной площади

Вид лишайника	Проективное покрытие (%)	Проективное покрытие (баллы)	Класс полеотолерантности вида
Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>)	17	4	7
Ксантория настенная (<i>Xanthoria parietina</i>)	9	3	9
Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i>)	23	5	6
Пармелия козлиная (<i>Parmelia caperata</i>)	8	3	6
Фисция звёздчатая (<i>Physcia stellaris</i>)	6	3	7
Фисция аиполия (<i>Physcia aipolia</i>)	7	3	5
Фисция припудренная (<i>Physcia pulverulenta</i>)	3	2	7

В пределах *второй пробной площади* было найдено 7 видов лишайников. Индекс полеотолерантности для селитебной зоны составил 6,9 (относительно чистая зона с переходом в умеренно загрязнённую и с концентрацией SO₂ 0,03–0,08 мг/м³).

Таблица 2

Результаты вычислений для второй пробной площади

Вид лишайника	Проективное покрытие (%)	Проективное покрытие (баллы)	Класс полеотолерантности вида
Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>)	19	4	7
Ксантория настенная (<i>Xanthoria parietina</i>)	20	3	9
Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i>)	15	4	6
Пармелия козлиная (<i>Parmelia caperata</i>)	12	4	6
Фисция звёздчатая (<i>Physcia stellaris</i>)	7	3	7
Фисция припудренная (<i>Physcia pulverulenta</i>)	4	2	7

Таблица 3

Результаты вычислений для третьей пробной площади

Вид лишайника	Проективное покрытие (%)	Проективное покрытие (баллы)	Класс полеотолерантности вида
Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>)	22	5	7
Ксантория постенная (<i>Xanthoria parietina</i>)	43	7	9
Пармелия козлиная (<i>Parmelia caperata</i>)	16	4	6
Фисция звёздчатая (<i>Physcia stellaris</i>)	16	4	7
Фисция припудренная (<i>Physcia pulverulenta</i>)	6	3	7
Феофисция округлая (<i>Phaeophyscia orbicularis</i>)	5	3	9

В пределах третьей пробной площади было найдено 6 видов лишайников. Индекс полеотолерантности для промышленной зоны составил 7,6 (умеренно загрязнённая зона, с концентрацией SO₂ 0,08–0,10 мг/м³).

По итогам проделанных вычислений составлен график, отображающий разницу индекса полеотолерантности в изучаемых функциональных зонах ЗАО Москвы.



Рис. 1 Индекс полеотолерантности по функциональным зонам

О биологическом разнообразии лишайников можно судить по их встречаемости в пределах изучаемых функциональных зон [5, 6], информация об этом представлена в таблице 4.

Таблица 4

Распределение видов лишайников по функциональным зонам

Вид лишайника	Рекреационная зона	Селитебная зона	Промышленная зона
Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>)	+	+	+
Ксантория постенная (<i>Xanthoria parietina</i>)	+	+	+
Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i>)	+	+	—
Пармелия козлиная (<i>Parmelia caperata</i>)	+	+	+
Фисция звёздчатая (<i>Physcia stellaris</i>)	+	+	+

Фисция аиполия (<i>Physcia aipolia</i>)	+	–	–
Фисция припудренная (<i>Physcia pulverulenta</i>)	+	+	+
Кладония бахромчатая (<i>Cladonia fimbriata</i>)	+	–	–
Пертузария шариконосная (<i>Pertusaria globulifera</i>)	+	+	–
Феофисция округлая (<i>Phaeophyscia orbicularis</i>)	–	–	+

Эта информации послужила основой для проведения сравнительного анализа сходства биологического разнообразия видов лишайников на территориях функциональных зон, для чего был проведён расчёт коэффициента (индекса) сходства Жаккара. Результат этих вычислений представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Результаты вычислений индекса Жаккара

Исследуемые территории	Исследуемые территории		
	Рекреационная зона	Селитебная зона	Промышленная зона
Рекреационная зона	100%	77%	50%
Селитебная зона	77%	100%	62%
Промышленная зона	50%	62%	100%

Наибольшее сходство по видовому составу лишайников имеют селитебная и рекреационная зона, здесь индекс Жаккара составил 77%, сходство рекреационной и промышленной зон составило 50%, селитебная и промышленная зоны по видовому составу лишайников схожи на 62%.

В результате обследования трех функциональных зон ЗАО Москвы, в пределах пробных площадей, было установлено 10 видов эпифитных лишайников: пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*), пармелия козлиная (*Parmelia caperata*), фисция звёздчатая (*Physcia stellaris*), фисция аиполия (*Physcia aipolia*), фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*), кладония бахромчатая (*Cladonia fimbriata*), пертузария шариконосная (*Pertusaria globulifera*), феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*). Самыми распространенными и многочисленными видами лишайников оказались пармелия бороздчатая и ксантория настенная. Наименьшее загрязнение диоксидом серы наблюдается в рекреационной зоне [индекс толерантности 6,7 (относительно чистая зона с концентрацией SO₂ 0,03–0,08 мг/м³)]. Здесь же зафиксировано наибольшее разнообразие лишайнофлоры (9 видов). Наибольшее сходство по видовому составу лишайников имеют селитебная и рекреационная зона, наименьшее сходство – рекреационная и промышленная зоны.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что лишеноиндикация является эффективным и оперативным методом определения уровня загрязнения атмосферного воздуха, поэтому её применение в комплексе биологического мониторинга экологических систем, подверженных антропогенной нагрузке, является целесообразным.

Библиографический список

1. Таллер Е. Б., Яшин М. А., Тихонова М. В., Бузылёв А. В. Лабораторный практикум по экологии. Часть I. Биоиндикация: Учебное пособие. – М.: ДПК Пресс, 2021. –106 с.

2. Таллер Е.Б., Тихонова М.В., Бузылёв А.В., Ермаков С.Ю., Андреева И.В. Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту: Учебное пособие: -М.:ДПКПресс, 2021.-102с
3. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону, 2008. – 832с.
4. Лишайники средней полосы России [электронный ресурс] – URL: <http://ecosystema.ru/04materials/tables/03.htm> (дата обращения: 28.05.2025).
5. Факторы, влияющие на начало сельскохозяйственных работ на дерново-подзолистых почвах / О. М. Кузина, Н. А. Мочунова, С. Ю. Ермаков [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146639. – EDN KYNMHV.
6. Латышева, О. С. Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон Западного административного округа Москвы методом лишеноиндикации / О. С. Латышева, Е. Б. Таллер // АгроЭкоИнфо. – 2025. – № 1(67). – DOI 10.51419/202151109. – EDN EXDYPP.

УДК 631.95: 636.03

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ МЕТАНА ОТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Родионов Алексей Викторович, аспирант кафедры Экологии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, alrod1on0v@yandex.ru

Научный руководитель – **Серёгин Иван Андреевич**, ассистент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, iseregin@rgau-msha.ru

Научный руководитель - **Ярославцев Алексей Михайлович**, к.б.н., доцент кафедры Экологии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, yaroslavtsevam@rgau-msha.ru

Аннотация: Выбросы метана (CH_4) от крупного рогатого скота вносят значительный вклад в глобальные выбросы парниковых газов (ПГ). Метод турбулентных пульсаций, широко используемый для измерения газовых потоков в масштабах экосистемы, обладает потенциалом для количественной оценки выбросов CH_4 от пастбищных и ограниченных систем содержания крупного рогатого скота. Однако необходимо решить такие проблемы, как пространственная изменчивость, моделирование углеродного следа от крупного рогатого скота и интерпретация данных. В данной статье рассматриваются последние исследования по применению для определения выбросов CH_4 крупного рогатого скота, оцениваются методологические ограничения и обсуждаются перспективы повышения точности рассматриваемого метода. По результатам анализа научной литературы определено, что метод турбулентных пульсаций является перспективным инструментом для крупномасштабного мониторинга CH_4 , а интеграция GPS-слежения, трассирующих методов и датчиков реального времени позволяет повысить точность и надежность инвентаризации эмиссии парниковых газов от сельского хозяйства.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, метанообразование, метод турбулентных пульсаций

Примерно 14,5% антропогенных выбросов парниковых газов приходится на животноводство, при этом основными источниками CH_4 являются выбросы, связанные с энтеральной ферментацией домашнего скота и навозом [1]. Крупный рогатый скот (КРС)

является значительным источником метана (CH_4), который образуется в результате энтеральной ферментации в рубце [3]. Метан обладает высокой парниковой активностью, что делает его снижение важной задачей для уменьшения воздействия животноводства на климат.

Точная количественная оценка этих выбросов необходима для разработки политики и стратегии снижения негативного воздействия. Хотя камерные методы и методы с использованием трассирующих газов позволяют проводить точные измерения на уровне животных, они недостаточно масштабируемы для оценки в масштабах крупного хозяйства. Метод турбулентной пульсации, традиционно используемый в области микрометеорологии, предлагает неинвазивный, непрерывный и пространственно интегрированный подход для измерения потоков CH_4 от животноводческих хозяйств.

При анализе рецензируемых исследований и экспериментальных данных по применению метода вихревых пульсаций в животноводстве особое внимание уделялось вопросам: измерения потоков в условиях открытого выпаса [5], способам отделения потоков CH_4 , связанных с крупным рогатым скотом от эмиссий метана от ландшафта [7], методам моделирования потоков углерода от мобильных источников [5].

Рассматриваемый метод основан на том, что при известном количестве молекул исследуемой субстанции, перенесенном вверх турбулентным вихрем за время t_1 , а также при известном количестве молекул исследуемой субстанции, перенесенном вниз за время t_2 через одну и ту же точку в пространстве, можно рассчитать вертикальный поток субстанции через эту точку за рассматриваемый период времени. Для получения необходимых данных на месте исследования устанавливают вышку с трехмерным акустическим анемометром, газоанализатором открытого типа, регистратором данных, и иногда, воздухозаборной трубкой для газоанализатора закрытого типа, термопарой из тонкой проволоки [2].



Рис.1 Вышка для измерения эмиссии ПГ методом турбулентных пульсаций

Одним из главных преимуществ применения метода турбулентных пульсаций для мониторинга эмиссии метана от крупного рогатого скота заключаются в возможности комплексного измерения потоков парниковых газов на большой площади, что делает его подходящим для пастбищных систем животноводства. Кроме того, метод вихревых пульсаций позволяет осуществлять непрерывный и долгосрочный сбор данных.

Однако, несмотря на возможность с помощью рассматриваемого метода производить длительные наблюдения за потоками парниковых газов, анализ научной литературы показал, что многолетних исследований по его применению в оценке выбросов от КРС не было. Вместе с тем отсутствует конкретная методика организации подобных исследований.

Основные сложности измерения эмиссии метана от крупного рогатого скота заключаются в их мобильности, что делает их движущимися точечными источниками выбросов и приводит к неравномерному вкладу в поток. Кроме того, отличить энтеральный CH_4 от выбросов, связанных с почвой и навозом, сложно без дополнительных методов анализа [5].

Важную роль в точности измерения эмиссии КРС методом турбулентных пульсаций занимает корректировка модели следа, оценивающей вклад каждого участка пастбища в измеренный поток. Данная аналитическая модель учитывает высоту измерения, скорость ветра и шероховатость поверхности. Используемые в современных исследованиях модели следа относительно точно описывают вклад для КРС, находящихся рядом с измерительной вышкой, однако, при нахождении КРС на удалении от вышки, наблюдается увеличение погрешности [6].

Таким образом, необходимо отслеживать движение КРС с использованием GPS или камер слежения для корректировки модели следа по местоположению КРС.

Метод турбулентных пульсаций является перспективным инструментом для количественной оценки выбросов метана от крупного рогатого скота в масштабе экосистемы, однако его точность зависит от преодоления пространственной неоднородности и требует корректировки модели следа для учета расстояния и местоположения КРС по отношению к вышке. Поэтому, необходимо адаптировать методологию применения турбулентных пульсаций в оценки выбросов метана для животноводства

Будущие исследования должны быть сосредоточены на автоматизированных сетях мониторинга и приложениях машинного обучения для уточнения оценок CH_4 на основе турбулентных пульсаций. Благодаря этим усовершенствованиям рассматриваемый метод может сыграть решающую роль в проверке национальных инвентаризаций парниковых газов и обеспечении устойчивого ведения животноводства.

Библиографический список

1. Сайт Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Шестой оценочный цикл // [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ipcc.ch/languages-2/russian/>. – дата обращения: 17.05.2025;
2. Бурба Г. Метод турбулентных пульсаций: краткое практическое руководство // LI-COR Inc., ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. ШЫИТ 978-0-692-57831-5, 2016.
3. Вторый В.Ф. Результаты исследований концентраций климатически активных газов в коровнике с беспривязным содержанием // Агроинженерия, 4(113), 2022;
4. Berdos J. Greenhouse gas (GHG) emission estimation for cattle: Assessing the potential role of real time feed intake monitor // Sustainability, 15, 14988, 2023;
5. Coates T. Evaluation an eddy covariance technique to estimate point-source emissions and its potential application to grazing cattle // Agriculture and Forest Meteorology, 234, 164-171, 2017;
6. Felber R. Discerning the cows from the pasture: Quantifying and partitioning the NEE of a grazed pasture using position data // Agriculture and Forest Meteorology, 216, 37-47, 2016;
7. Felber R. Eddy covariance methane flux measurements over a grazed pasture: effect of cows as moving point sources // Biogeosciences, 12, 3925-3940, 2015.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИЗМАЙЛОВСКОГО ЛЕСОПАРКА

Савиткин Александр Леонидович, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, SanyaNeSpi@yandex.ru

Научный руководитель - Андреева Ирина Викторовна, доцент кафедры экологии, кандидат экологических наук ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, i.andreeva@rgau-msha.ru

Аннотация: в результате исследования определено состояние древостоя и благонадежность подроста в различных частях Измайловского лесопарка. Определено, что в составе подроста преобладает клен остролистный. В зависимости от удаления от источника антропогенной нагрузки отмечено улучшения состояния древостоя вне зависимости от породного состава.

Ключевые слова: лесопарк, рекреационная дигрессия, клен остролистный, подрост, антропогенная нагрузка.

В настоящее время остро стоит вопрос об экологическом состоянии природных территорий столицы. Крупные лесные массивы по праву считаются легкими Москвы, являются одними из любимых мест отдыха москвичей. Ввиду развития транспортной инфраструктуры, увеличения площади застройки и комплексного развития города, влияние антропогенной нагрузки на базовые компонентные экосистем природных территорий постоянно растет [5, 6]. В рамках настоящего исследования проведена первичная экологическая оценка состояния древостоя и подроста Измайловского лесопарка.

Измайловский лесопарк – зеленый массив на востоке столицы, общей площадью 1608,4 га. Его история начинается с середины XVII века, когда были созданы первые гидротехнические сооружения, разбиты сады, устроена пасека, чуть позже организован зверинец. В XIX веке объект пришел в запустение, хозяйственная деятельность не велась. В 40-х годах прошлого века был основан парк культуры и отдыха, началось освоение территории. В 1998 году территории присвоен статус особо охраняемой территории регионального значения, как следствие, активное хозяйственное освоение территории было прекращено. На сегодняшний день лесопарк имеет статус особо охраняемой зеленой территории [3].

Объектом исследования выступил древостой Измайловского лесопарка. Древостой представлен насаждениями смешанного типа, как естественного, так и искусственного происхождения (лесные культуры XX века). Преобладающие породы: липа, береза, ольха черная. Исследования проводили на участках площадью 100 кв. м каждый. Участки выделяли вблизи транспортных объектов, мест массового отдыха горожан, входных групп.

Всего было выделено 4 участка (рис. 1). Точка 1 находится в центре лесопарка и является условно фоновой, точки 2-4 - окраинными. Состояния древостоя оценивали по внешним признакам: сомкнутость кроны, наличие плодовых тел грибов, гнили, трухи, сухих ветвей, признаков поражения вредителями, морозобоин, механических повреждений и т.д. [4,5], используя пятибалльную шкалу.

Для установления степени рекреационной дигрессии лесных биоценозов Измайловского Лесопарка на участках обследования использовалась 5-стадийная шкала Н.С. Казанской и др. [2].

Также на каждом участке рассчитывали количество подроста, определяли его породный состав и благонадежность [1].



Рис. 1 Расположение участков обследования

Участок 1 располагался в 20 квартале лесопарка, в 300 м от экоцентра «Царская пасека». В древостое преобладают разновозрастные деревья липы европейской, клен остролистный – не более 10%. Санитарное состояние участка удовлетворительное, присутствует небольшое количество бытового мусора, дорожно-тропиночная сеть не развита, травяной покров в удовлетворительном состоянии. Подрост состоит из клена остролистного, в количестве 2000 на гектар, благонадежен.

Участок 2 располагался вблизи станции московского метрополитена «Измайловская», квартал 7. Древостой представлен березой, липой, кленом остролистным. Дорожно-тропиночная сеть развита. Выявлено наличие бытового мусора в большом количестве. Подрост представлен липой и кленом в количестве 500 на гектар, благонадежность 50%.

Участок 3 находился в 4 квартале, вблизи пикниковой точки. Древостой представлен березой, липой, кленом остролистным. Дорожно-тропиночная сеть развита, большое количество протопов. Санитарное состояние участка неудовлетворительное, большое количество бытового и строительного мусора. Подрост представлен кленом остролистным.

Участок 4 располагался вблизи входа в лесопарк со стороны 9-й Парковой улицы. В древостое преобладает береза. Развита дорожно-тропиночная сеть, большое количество бытового мусора, встречаются стихийные места отдыха. Подрост в удовлетворительном состоянии.

Оценка состояния древостоя свидетельствует о том, что экологическая обстановка на обследуемых участках значительно различалась (таблица 1). Насаждения на 1 участке можно охарактеризовать как условно здоровые, ввиду разного возрастного состава (30-150 лет). Древостой на окраинных точках ослаблен, отмечено поражение древоразрушающими грибами, механические повреждения, гнили.

Таблица 1

Оценка состояния древостоя

№ участка	Коэффициент состояния древостоя	Состояние древостоя	Примечание
1	1,5	Ослабленный	Разновозрастный древостой

2	2,7	Сильно ослабленный	Механические повреждения древостоя

№ участка	Порода	Благонадежность, %	Характеристика	Количество, тыс. шт./га
1	Клен остролистный	90	Высота 3-5 м	2
2	Клен остролистный Липа	50	Высота 2-4 м. Липа угнетена	0,5
3	Клен остролистный	30	Высота 1-4 м	1,5

3	2,2	Ослабленный	-
4	2,5	Ослабленный	-

Стоит отметить, что состояние клена остролистного на каждом из участков заметно лучше, чем березы и липы.

Согласно данным, представленным в таблице 2, жизнеспособный подрост на обследуемых участках представлен кленом остролистным и липой. Также отмечено угнетение (кривизна ствола, сухие ветки) молодых деревьев липы семенного происхождения.

Все молодые деревья подвержены затенению. При среднем диаметре 14-18 см средняя высота составляет 17-18 м.

Подлесок на всех участках состоит из черемухи и рябины, реже встречаются кусты лещины. Травяной покров представлен снытью, недотрогой мелколистной, осокой и кислицей.

Сомкнутость крон 75-80 % в независимости от места обследования. Отмечено небольшое количество поваленных деревьев.

Первый участок относится к 1 стадии рекреационной дигрессии. Влияние человека на элементы экосистемы минимально. Изменений травяного и почвенного покровов не выявлено.

Таблица 2

Оценка подростa

4	Клен остролистный	60	Высота 2-5 м. Липа частично угнетена	0.7

Участки 2-4 относятся к 3 стадии рекреационной дигрессии. Обнаружено сильное уплотнение почвы, большое количество бытового мусора, наличие протопов, инородные тела в стволах деревьев, механические повреждения зеленых насаждений, гари.

Выводы

1. Благонадежный подрост на обследуемых участках Измайловского лесопарка представлен в основном деревьями клена остролистного.
2. Отмечено угнетение подроста липы в условиях повышенной антропогенной нагрузки и затенения подростом клена остролистного.
3. В зависимости от удаления от источника антропогенной нагрузки отмечено улучшения состояния древостоя вне зависимости от породного состава.

Библиографический список

1. Приказ Рослесхоза от 06.05.2022 № 556 (ред. от 20.09.2024) "Об утверждении Регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025).
2. Андреева И.В., Морев Д.В., Таллер Е.Б., Васенев И.И. Сравнительная оценка экологического состояния лесопарковых зон Тимирязевского района города Москвы [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_630.pdf.
3. Постановление Правительства Москвы от 27.12.2024 № 3160-ПП «О преобразовании особо охраняемых природных территорий регионального значения города Москвы в особо охраняемые зеленые территории города Москвы».
4. Постановление Правительства Москвы от 30.09.2003 № 822-ПП "О Методических рекомендациях по оценке жизнеспособности деревьев и правилам их отбора и назначения к вырубке и пересадке".
5. Постановление Правительства Москвы от 10.09.2002 № 743-ПП (ред. от 04.02.2025) "Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений и природных сообществ города Москвы" (с изм. и доп., вступающими в силу с 17.03.2025).
6. Жигалева, Я. С. Роль городских лесов в экосистеме мегаполиса / Я. С. Жигалева // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5(59). – DOI 10.51419/202135524. – EDN JNKQRI.
7. Резакина, А. В. Экологическая оценка ценопопуляций краснокнижных растений музея-заповедника "Царицыно" / А. В. Резакина, М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 3(63). – DOI 10.51419/202143326. – EDN MORUZJ.

УДК 574.4

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ

Санчес Альмейда Луис Энрике, аспирант кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, luisasel@yandex.ru

Авдеева Анастасия Васильевна, аспирант кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, neonlight.zero@gmail.com

Научный руководитель - Васенев Иван Иванович (научный руководитель), д.б.н., профессор кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vasenev@rgau-msha.ru

Аннотация: Поддержка стабильного функционирования урбоэкосистем является актуальной задачей нашего времени. В крупнейшем мегаполисе Европы Москве зеленые насаждения испытывают высокие рекреационные нагрузки, что оказывает большое влияние на их устойчивость и качество окружающей среды города. Особое место в природоохранной структуре Тимирязевского района и всей северной части Москвы занимает Лесная опытная дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Целью проведенного исследования являлась экологическая оценка влияния рекреационной нагрузки на состояние ее древесной растительности в условиях пяти представительных элементов склонового мезорельефа с хорошо сохранившимся растительным и почвенным покровом, характерным для смешанных лесов южнотаежной зоны Центрального региона России.

Ключевые слова: урбоэкосистемы, рекреационная нагрузка, лесной фитоценоз, экологический мониторинг, состояние древостоя.

Введение. Лесные экосистемы являются очень важным компонентом устойчивого функционирования природных и антропогенно измененных геосистем локального и регионального масштаба, от качества которых зависит общее состояние и устойчивость биосферы [1, 2]. В здоровом, близком к природному, состоянии они успешно регулируют многие геохимические, биологические и гидрологические циклы, плодородие, экологические функции почв и предоставляемые ими экосистемные услуги.

В последние годы высокую актуальность приобретают экологические проблемы рекреационного природопользования, связанные с последствиями ускоренной урбанизации в России и во всем мире. Многочисленные исследования посвящены изучению экологических функций и особенностей функционирования лесных почв в условиях биогеоценозов с разным уровнем антропогенной и, в частности, в городских условиях требуется больше акцентировать внимание на анализе экологической буферности к воздействию рекреационной нагрузки антропогенно измененных лесных биогеоценозов с учетом особенностей местного ландшафта, характера и интенсивности антропогенной нагрузки. Рекреационная нагрузка является одним из основных антропогенных факторов, значительно влияющих на растительность и почву и приводящих к ее изменению. С развитием урбанизации рекреация, как наиболее активная и эффективная форма отдыха городского населения вне дома с целью восстановления здоровья и трудоспособности и, в то же время, очень перспективное направление экономики и инвестиций, сопровождается быстро растущим рекреационным воздействием человека на базовые компоненты окружающей среды – прежде всего, растения и почвы [1, 3, 4].

Целью проведенного исследования являлась экологическая оценка влияния рекреационной нагрузки на состояние ее древесной растительности в условиях пяти представительных элементов склонового мезорельефа с хорошо сохранившимся растительным и почвенным покровом, характерным для смешанных лесов южнотаежной зоны Центрального региона России [2, 5].

Лесная Опытная Дача (далее – ЛОД) является основным компонентом природоохранной инфраструктуры самого зеленого в Северном округе (САО) Москвы Тимирязевского района САО характеризуется повышенной плотностью населения (30 тыс. чел./ км² – пятое место среди округов Москвы) и относительно небольшой общей площадью зеленых насаждений (6,2 м² на жителя – один из самых низких показателей в Москве), что приводит к повышенному уровню рекреационной нагрузки на ЛОД даже для общих условий Московского мегаполиса [5,6, 7].

Рис 1. Расположение ключевых участков мониторинга на трансекте ЛОД



Тимирязевской академии.

Учитывая форму исследуемого объекта и структуру его дорожной и пешеходной сети, на территории парка, в качестве пробных площадей была выбрана трансекта из пяти ключевых участков мониторинга квадратной формы размером 50 м x 50 м, заложенных на представительных формах склонового мезорельефа небольшого моренного холма в «ядре» ЛОД.

Видовой состав растений определялся по С.К. Черепанову (1995) и с помощью серии идентификаторов. Диаметр деревьев измерялся на уровне в 1,30 м от земли с помощью рулетки. Состояние древостоя оценивалось с учетом наличия повреждений или аномалий с патологической точки зрения у деревьев – согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. N 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах».

При определении рекреационной нагрузки опирались на характерный (предпочитаемый) тип дорожной рекреации объектов исследования – пешеходное использование территории, по отношению к которому ориентиром для установления пробных площадок служили тропы и дорожки на территории каждого участка мониторинга.

Для определения уровня рекреационного воздействия рассчитывалась рекреационная плотность, посещаемость и интенсивность на всех пробных площадках исследования – с применением регистрационно-измерительного метода в соответствии с ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы» (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. N 114). Регистрация посетителей осуществлялась в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой, в общем объеме 25 календарных дней за весь период исследования. Учет проводился в разное время суток: утром (09:00–12:00), в обеденное время (12:00–15:00) и вечером (15:00–18:00). Стадию рекреационной дигрессии определяли методом трансекты (согласно ОСТ 56-100-95). Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью стандартной программы Excel.

По результатам полевых исследований на трансекте было выявлено 11 видов древесных пород, встречаемых на ЛОД: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель европейская (*Picea abies*) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.); дуб обыкновенный (*Quercus ilex*); береза обыкновенная (*Betula alba*); ольха серая (*Alnus incana*); тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), липа обыкновенная (*Tilia vulgaris*); рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*); клен ясенелистный (*Acer negundo*); вяз (*Ulmus laevis*).

Всего было зарегистрировано 475 экземпляров древостоя. Большинство из обследованных деревьев относилось к видам *Tilia europea* (10 %), *Pinus sylvestris* (9 %) и *Quercus ilex*. (8%). Доля остальных видов в насаждении не превышает 7 % по каждому виду.

В ходе натурных исследований было зафиксировано 371 дерево без признаков ослабления, что составляет 78% от их общего числа. 104 дерева (22%) показали признаки ослабления. Сильно ослабленных деревьев в выборке не было. Однако на земле было несколько деревьев в состоянии сухостоя и полуразложившийся древесный отпад, представленный валежником (с их максимумом на участках 2 и 5).

По данным обследования, рекреационная плотность (Rd) существенно возрастает в нерабочие дни и в периоды благоприятной погоды. В целом для ЛОД характерно значительное варьирование Rd на исследованных пробных площадках (табл. 2). Максимальная нагрузка была зафиксирована на вершине моренного холма – участке 3 (Rd = 392 чел./га·ч, Re = 1470 чел./га), минимальная – на склоновом участке 2 (Rd = 108 чел./га·ч, Re = 381,2 чел./га).

Таблица 1

Связь между плотностью рекреации и состоянием древостоя

№ участка – Позиция в мезорельефе	Участок 1 Подошва СВ склона	Участок 2 Средняя часть СВ склона	Участок 3 Вершина холма	Участок 4 Средняя часть ЮЗ склона	Участок 5 Подошва ЮЗ склона
Число деревьев с признаками ослабленнос ти	23	16	19	26	20
Rd (чел./га·ч)	247, 2	108,0	392, 0	452,8	143,2

По мере увеличения рекреационной нагрузки (Rd) количество ослабленных деревьев в целом увеличивается, однако зависимость не является полностью линейной, и на вершине моренного холма - участке 3 (Rd = 392) ослабленных деревьев меньше, чем на подошве северо-восточного склона - участке 1 (Rd = 247,2). Это указывает на влияние других экологических факторов, таких как условия увлажнения и состояние почвы, которые существенно варьируют по элементам рельефа, серьезно изменяются при возрастании влияют рекреационной нагрузки [6] и влияют на ее последствие на состояние напочвенной растительности и древостоя.

Библиографический список

1. Беднова, О.В. Биоразнообразие в лесных экосистемах: зачем и как его оценивать / О.В. Беднова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2003. – №2. – С. 149–155.
2. Васенев И.И., Раскатова Т.В. Пространственно-временная изменчивость основных параметров фонового экологического мониторинга дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2009. – №. 2. – С. 83–91.
3. Голубева, Е.И. Экологическое состояние Природно-исторического парка «Битцевский Лес» / Е.И. Голубева, С.Н. Жаринов // Сборник статей восьмой международной научно-технической интернет-конференции «Леса России в XXI веке». – 2011. – 50 с.
4. Градусов В.М. Пространственная неоднородность литологических условий территории Лесной опытной дачи // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2006. – №. 3. – С. 129–135.

5. Карпачевский, Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе / Л.О. Карпачевский. – М.: Изд-во МГУ. – 1977. – 270 с.
6. Мелесе С.М. Сезонная динамика влажности и плотности дерново-подзолистых почв на склоновой катене ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева при различных уровнях рекреационной нагрузки / С.М. Мелесе, И.И. Васенев // АгроЭкоИнфо. – 2022. – Т 50, №2. – С. 14.
7. Наилучшие доступные почво- и углерод-сберегающие технологии природопользования, экологического мониторинга и контроля / И. И. Васенев, Н. А. Александров, И. В. Андреева [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – 240 с. – ISBN 978-5-6049459-1-9. – EDN LAPOOA.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВ В ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СТЕПИ

Утямишев Вильнур Венерович, магистрант 2-го курса кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия, ФГБОУ ВО БашГАУ, vilnurutyamishev1997@gmail.com

Научный руководитель - **Яхутова Резеда Муратовна**, к.с.-х.н, доцент кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО БашГАУ, rmyakhutova@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается актуальность и перспективы внедрения цифровых технологий в агрохимический мониторинг почв Предуральской степи. Обосновывается необходимость перехода от традиционных методов к современным цифровым решениям для повышения точности, оперативности и экономической эффективности оценки плодородия почв. Проанализированы основные цифровые технологии и инструменты, а также их применение для решения конкретных задач. Представлены преимущества цифровизации. В заключении рассмотрены вызовы и перспективы развития цифрового агрохимического мониторинга в регионе, подчеркивая его значимость для обеспечения устойчивого земледелия.

Ключевые слова: цифровизация, мониторинг, геоинформационные системы, агротехнологии.

Расположенная на большой территории Башкортостана Предуральская степь является важным районом для сельского хозяйства. Эффективное управление почвенными ресурсами в этом регионе требует точной и своевременной информации о состоянии плодородия почв. Традиционные методы агрохимического мониторинга, включающие отбор почвенных образцов и лабораторный анализ, являются трудоемкими, затратными и могут не обеспечивать достаточной оперативности и детализации данных. Внедрение цифровых технологий в агрохимический мониторинг открывает новые возможности для повышения эффективности и точности оценки состояния почв, оптимизации землепользования и повышения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Цифровизация агрохимического мониторинга обусловлена несколькими факторами:

- необходимость точных и оперативных данных - для принятия своевременных решений по внесению удобрений, проведению мелиоративных работ и других агротехнических мероприятий требуется оперативная и точная информация о состоянии почв;
- экономическая эффективность - традиционные методы мониторинга являются дорогостоящими и требуют значительных трудозатрат, тогда как цифровые технологии позволяют снизить затраты и повысить эффективность мониторинга;
- возможность пространственного анализа - цифровые технологии позволяют проводить пространственный анализ данных, выявлять зоны с различным уровнем плодородия и разрабатывать дифференцированные стратегии управления почвенными ресурсами;
- устойчивое земледелие - цифровизация агрохимического мониторинга является важным инструментом для внедрения устойчивых методов земледелия, обеспечивающих сохранение и повышение плодородия почв.

Цифровизация агрохимического мониторинга включает в себя использование различных технологий и инструментов, таких как:

- беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Оснащенные мультиспектральными камерами и другими сенсорами, БПЛА позволяют проводить съемку полей, создавать ортофотопланы, цифровые модели рельефа и карты вегетационных индексов, которые могут

быть использованы для оценки состояния посевов, выявления зон неоднородности почвенного покрова и определения потребности в удобрениях;

- спутниковые технологии. Спутниковые данные позволяют проводить мониторинг состояния растительности, влажности почвы и других параметров на больших площадях;

- почвенные сенсоры, установленные в поле, позволяют в режиме реального времени отслеживать такие параметры, как влажность, температура, электропроводность почвы, pH и содержание питательных веществ;

- мобильные приложения - позволяют фермерам и агрономам регистрировать данные о состоянии почвы и посевов, проводить анализ данных и получать рекомендации по управлению почвенными ресурсами;

- геоинформационные системы (ГИС). Они позволяют объединять различные данные (геопространственные, агрохимические, климатические) и анализировать их для принятия оптимальных решений;

- искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение. ИИ и машинное обучение могут быть использованы для анализа больших объемов данных, выявления закономерностей и прогнозирования состояния почв;

- платформы для сбора и обработки данных. Различные платформы позволяют собирать, обрабатывать, визуализировать и анализировать данные мониторинга, предоставляя пользователям удобный доступ к информации [3].

Согласно мнению ученых-почвоведов Хабилова И.К., Асылбаева И.Г., в Предуральской степи цифровые технологии могут быть использованы для решения следующих задач:

- картирование агрохимических свойств почв (создание детальных карт распределения гумуса, питательных элементов, pH и других показателей плодородия почв);

- определение потребности в удобрениях (оптимизация внесения удобрений на основе данных агрохимического анализа и вегетационных индексов);

- мониторинг состояния посевов (оперативный контроль за развитием посевов, выявление проблемных зон и определение потребности в защитных мероприятиях)⁴

- дифференцированное земледелие (реализация дифференцированного подхода к управлению почвенными ресурсами, учитывающего пространственную неоднородность почвенного покрова);

- мониторинг эрозионных процессов (оценка масштабов эрозии и определение мер по ее предотвращению);

- контроль засоления и заболачивания (выявление зон с засоленными и переувлажненными почвами);

- прогнозирование урожайности (использование моделей машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на основе данных мониторинга);

Внедрение цифровых технологий в агрохимический мониторинг предоставляет такие преимущества, как: повышение точности и оперативности данных; снижение затрат; оптимизация внесения удобрений и других агротехнических мероприятий; увеличение урожайности; сохранение плодородия почв; устойчивое земледелие;

Несмотря на значительные преимущества цифровизации агрохимического мониторинга, существуют и определенные трудности и недоработки, а именно: высокая стоимость некоторых технологий, необходимость обучения и повышения квалификации персонала, необходимость объединения данных из разных источников в единую систему, проблемы с доступом к интернету в сельской местности [2].

Агрохимическое обследование почв проводили с 2017 г. по 2022 г. Всего выполнено 8 циклов, заканчивается 9 цикл, позволяющих определить изменения почвенного плодородия, выявить закономерности происходящих процессов и установить положительные и отрицательные стороны воздействия средств химизации на почву.

Основные показатели, характеризующие плодородие почв и представляющие

наибольший интерес — кислотность, содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, определяли в зависимости от типа почв по общепринятым методикам (по Чирикову, Кирсанову, Мачигину) согласно руководствам и ГОСТам ЦИНАО.

Таблица 1

**Содержание гумуса в пахотных почвах по классам обеспеченности зонам
Республики Башкортостан (данные ФГБУ ЦАС «Башкирский»)**

Цикл	Обследованная площадь, тыс. га	Средне-взвешенное, %	Группировка почв по классам, тыс. га					Доля низкогумусированных почв, %
			очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое	
III	2239,6	5,9	420,8	509,4	667,2	431,1	211,1	41,5
IV	2286,5	6,2	762,4	362,8	421	300,7	439,6	49,2
V	2062,1	6,0	837,6	406,6	312,9	188,3	316,7	60,3
VI	1538,6	6,6	635,5	311,2	257,5	131,4	203	61,5
VII	765,1	6,3	319,8	132,1	123,3	79,2	110,6	59,1
VIII	739,9	6,7	279,3	185,7	113,9	66,5	94,4	62,8

Наименьшую долю кислых почв (от 3,1 % до 6,6 %) от обследованной пашни отмечали в Предуральской степной зоне (Благоварский, Чишминский, Буздякский, Туймазинский районы), в которой преобладают черноземные почвы с близкой к нейтральной и нейтральной реакцией почвенного раствора (рН_{KCl} 5,9-6,9).

По содержанию подвижного калия в почве зона характеризуется повышенным и высоким (78-127 и 85-134 мг/кг почвы соответственно), фосфора — повышенным. В обследованных пахотных почвах установлено низкое содержание цинка, в черноземах отмечено низкое содержание меди.

В целом, цифровизация агрохимического мониторинга в Предуральской степи является весьма перспективным и актуальным направлением. По мере развития технологий и снижения их стоимости, цифровые инструменты будут становиться все более доступными и востребованными в сельском хозяйстве. Внедрение цифровых технологий позволит повысить эффективность управления почвенными ресурсами, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства в регионе.

Библиографический список

1. Герасимова М. И., Гаврилова И. П., Богданова М. Д. Мелкомасштабное почвенное картографирование. М.: МГУ, 2010. – С. 23-38
2. Кирюшин В. И., Кирюшин С. В. Агротехнологии. – СПб.: Лань. 2015. – С. 356-361
3. Савин И. Ю., Симакова М. С., Овечкин С. В. Перспективы развития картографии почв в России // Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование. – 2015. – С. 274–279

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ В ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОМ ПАРКЕ «ЦАРИЦЫНО»

Шелковичева Ангелина Александровна, аспирантка кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lina.shelkovichewa@mail.ru

Научный руководитель – **Илюшкова Елена Михайловна**, ассистент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ilyushkova@rgau-msha.ru

Научный руководитель – **Тихонова Мария Васильевна**, к.б.н., доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tmv@rgau-msha.ru

Аннотация: Работа посвящена рассмотрению вопроса о влиянии антропогенной нагрузки на состояние древостоя в природно-историческом парке «Царицыно». На участках была проведена инвентаризация древостоя, затем прописаны и охарактеризованы формулы древостоя. В ходе исследований были проведены мониторинговые исследования. По результатам мониторинга выявлен уровень рекреации на участках, категория и посещаемость людей. Отдельное внимание уделено актуальной кислотности почвы. В заключении сделаны выводы.

Ключевые слова: Антропогенная нагрузка, уровень рекреации, состояние древостоя, древостой, парк «Царицыно»

Введение. На сегодняшний день урбанизация выступает мощным экологическим фактором, сопровождающимся преобразованием ландшафта, земельных ресурсов и наземных экосистем, способным вызвать негативные последствия.

Подраздел экологии о рекреации развивается с 1960-х гг. За последнее десятилетие по теме рекреации опубликованы сотни работ, например, таких ученых, как Кузнецов, Г.В. Стома, К.С. Бодров, А.П. Мальцева. Следует отметить, что большая часть научных статей посвящены рассматривая вопроса рекреационных лесов М.В. Тихонова, А. В. Бузылев, И.И. Васенев, О.Ю. Приходько, В.В. Анисимова. Проведены многочисленные исследования, но многие вопросы остаются дискуссионными. Поиск решений затруднителен из-за сложности проблемы. Устойчивость экосистем к рекреационному воздействию различная, в зависимости от характера растительности, типа почв, их гранулометрического состава и других критериев. Стоит отметить, что основные компоненты леса и их характеристики могут различаться по чувствительности к рекреационной нагрузке.

Таким образом, целью работы выступает – анализ влияния антропогенной нагрузки на состояние древостоя на примере природно-исторического парка «Царицыно».

В качестве объектов исследования были выбраны ключевые участки на территории парка «Царицыно». Участок 1 – Береговая дорожка Покровской стороны у Верхнего царицынского пруда. Участок 2 – Обилие спортивных площадок, сооруженных спортивным сообществом. Участок 3 – Родник, расположенный вблизи Капище. Участок 4 – Организованные спортивные площадки, сооруженные администрацией заповедника (рис. 1).



Рис. 1 Фрагменты карт-схем, с расположением ключевых участков, с выделением зон на территории природно-исторического парка «Царицыно»

Предметом исследования выступает – экологическая оценка состояния древостоя, в результате антропогенной деятельности и различного уровня рекреационной нагрузки.

Полевые и маршрутные исследования проводились в течение 3-х месяцев – октябрь, ноябрь, декабрь 2024 года.

Основная часть. На ключевых участках была проведена инвентаризация древостоя, посредством которой составлены формулы древостоя и выявлены соотношения преобладающих деревьев на участках.

Формулы древостоя на участках составлены следующие. Первый участок – 3Л+3К+2Б+1О+1И. Второй участок – 6К+4Л. Третий участок – 7К+2Л+1Т. Четвертый участок – 5Б+3К+2Л.

Анализируя формулы древостоя, можно сказать, что на каждой обследованной территории есть доминирующий вид деревьев, так на участке 1 – липа мелколистная (30%) и клен остролистный (30%), участок 2 – клен остролистный (60%), участок 3 – клен остролистный (70%), участок 4 – береза повислая (50%). Можно заметить, что на всех участках, кроме 4 участка, произрастает преимущественно клен остролистный. На 4 участке – береза повислая. Повсеместное распространение клена остролистного обусловлено хорошей размножаемостью пневой порослью и корневыми отпрысками. Береза повислая размножается благодаря распространению семян с помощью ветра.

Было проанализировано жизненное состояние 1849 деревьев по морфологическим признакам, выявлено общее количество деревьев, которые находятся в отличном, хорошем, удовлетворительном, неудовлетворительном и плохом состоянии.

По результатам мониторингового исследования для каждой территории исследуемого участка была определена общая площадь; площадь вытоптанной тропиной сети; определен уровень рекреационной нагрузки (табл. 1).

Таблица 1

Уровень рекреационной нагрузки на ключевых участках

№ участка	Общая площадь территории участка, м ²	Вытоптанная площадь, м ² /‰ от общей площади	Уровень рекреационной нагрузки
1	4440 м ²	1475 м ² – 33%	Средний
2	23226 м ²	12385 м ² – 53%	Высокий
3	3243 м ²	216 м ² – 7%	Низкий

4	4518 м ²	1469 м ² – 32%	Средний

Таким образом, анализируя данные можно сделать вывод, что второй участок имеет самый высокий уровень рекреационной нагрузки, а самый низкий свойственен третьему участку [3].

Также в работе была проведена экологическая оценка состояния древостоя на выбранных участках природно-исторического парка «Царицыно», которая характеризуется следующими показателями: участок 1 имеет средний показатель состояния древостоя – 1, категория жизненного состояния древостоя – здоровый. Участок 2 – показатель 1,6, соответственно категория – ослабленный. Участок 3 – показатель 1,5, категория – здоровый. Участок 4 – показатель 1,7, категория – ослабленный.

Следует обратить внимание, наиболее ослабленный древостой находится на участке 2 и 4. Это может быть обусловлено климатическими изменениями и усиленной рекреационной нагрузкой. Участок 1 и 3 – наиболее благоприятные по воздействию рекреационной нагрузки на почвенный покров, это обусловлено тем, что грамотно спланировано размещение дорожно-тропиночной сети, которое справляется с регулированием антропогенной нагрузки.

В работе был проведен подсчет посетителей, фиксировали их количество на ключевых участках за 1 час. Установили различие в количестве посетителей в зависимости от дня недели (будние, выходные), времени (с 13.00 до 14.00) и месяца (рис. 2).

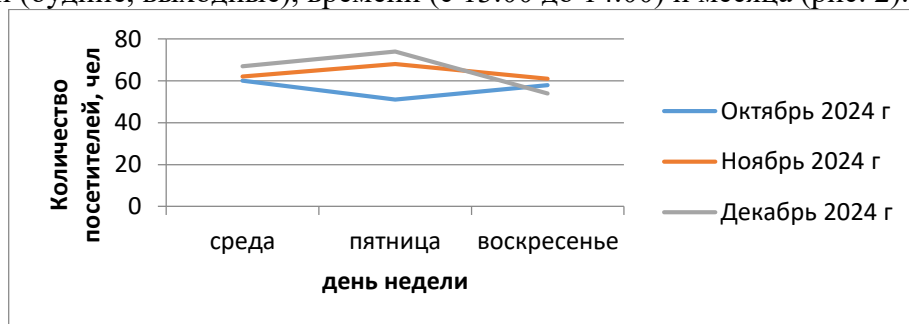


Рис. 2 Диаграмма регистрации посетителей на участках

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы. В октябре месяце наименьшее количество посетителей на участках. Снижение числа людей обусловлено окончанием туристического сезона. Ноябрь характеризуется средним показателем посещаемости. Предположительно это связано с окончанием осенних каникул, школьники, студенты, преподаватели готовы к новым впечатлениям и культурным просвещениям. Высокий показатель свойственен декабрю. На территории парка множество различных декораций в честь новогодних праздников, мероприятий. Резкое снижение посещаемости приходится на воскресенье. Возможно, это связано с предновогодней суетой, погодными условиями, конкуренцией с другими мероприятиями, проходящие в это время.

Также в работе была проанализирована актуальная кислотность почвы, которая отобранная на ключевых участках территории природно-исторического парка «Царицыно».

Определяли кислотность почвы по общепринятой в почвоведении методике ГОСТ 26423-85. Актуальная кислотность ($pH_{\text{вод}}$) – в водной почвенной суспензии при соотношении почва : вода 1: 2.5. Показатель является важной характеристикой при изучении деградации почв урбанизированных территорий.

Данные исследований по определению $pH_{\text{вод}}$ почвы представлены на рисунке 3.

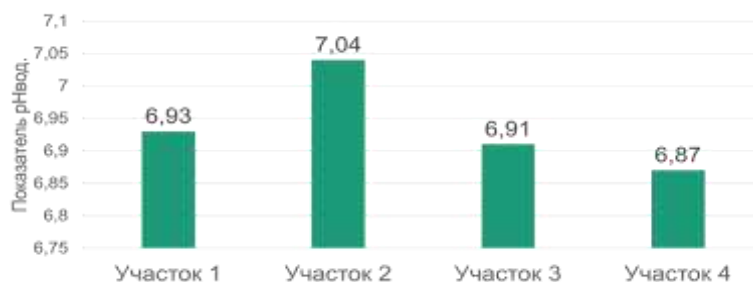


Рис. 3 Значения показателя pH_{вод} почвы на ключевых участках

Таким образом, обобщая полученные данные по актуальной кислотности, можно сделать вывод о том, что на территории выбранных ключевых участках, преобладает нейтральный тип почвы.

Заключение. В ходе мониторинговых исследований было установлено, что состояние древостоя в природно-историческом парке «Царицыно» характеризуется как здоровое и ослабленное. На ключевых участках 1 и 3 показатель прижизненного состояния деревьев не превышал 1,5, что подтверждает визуальный осмотр и расчеты по коэффициентам. Были выявлены участки с проблемными деревьями. Участок 2 и участок 4. Состояния деревьев согласно экологической оценке на участках определено как ослабленное, коэффициент превышал значение 1,6. На исследуемых участках был выявлен различный уровень рекреационной нагрузки. Первый участок характеризуется средним уровнем, второй – высоким уровнем, третий – низким уровнем, четвертый – средним уровнем рекреационной нагрузки. При подсчете количества людей на участках в течение трех месяцев – октябрь, ноябрь и декабрь. Выявлена посещаемость в большей степени в декабре месяце. На участках были отобраны пробы почвы и определена актуальная кислотность. По данным показателей кислотности можно сказать, что на участках тип почвы характеризуется как нейтральный.

Библиографический список

1. Андреев, Д. Н. Мониторинг рекреационной нагрузки на ООПТ города Перми / Д. Н. Андреев, А. И. Шатрова // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2018 : сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 24–27 сентября 2018 года / под ред. Л. И. Лукиной, Н. А. Бежина, Н. В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2018. – С. 83-86.
2. Мальцева, А. П. Влияние рекреационной нагрузки на насаждения ООПТ "Южный лес" города Перми / А. П. Мальцева // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации, Пермь, 10–13 октября 2023 года. – Пермь: "От и До", 2023. – С. 111-116.
3. Поршнева, У. В. Определение актуальной и обменной кислотности почв поселка Соловецкий / У. В. Поршнева // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3-9(71). – С. 147-152.
4. Экологическая оценка состояния древостоя на территории природно-исторического парка «Царицыно» / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев, Я. С. Жигалева [и др.] // Тимирязевский биологический журнал, 2024. – № 3. – С. 52-60.
5. Латышева, О. С. Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон Западного административного округа Москвы методом лишеноиндикации / О. С. Латышева, Е. Б. Таллер // АгроЭкоИнфо. – 2025. – № 1(67). – DOI 10.51419/202151109. – EDN EXDYPP.
6. Рабочая тетрадь для выполнения практических и лабораторных работ по дисциплине "основы экотоксикологии" : Учебно-методическое пособие / А. В. Бузылев, Е.

М. Илюшкова, Ю. В. Леонова, Я. С. Жигалева. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 60 с. – ISBN 978-5-605-30770-9. – EDN DPRCYV.

7. Жигалева, Я. С. Экологическая оценка растительного покрова на различных вариантах мезорельефа территории городского леса г. Москвы / Я. С. Жигалева, А. В. Бузылев // Агролесомелиорация и опустынивание : Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 90-летию Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, 21–23 июля 2022 года / Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук. – Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2022. – С. 308-310. – EDN KEWGET.

ИНСТИТУТ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ СЕКЦИЯ: «АГРОНОМИЯ»

УДК 631.811.98

CHLOROPHYLL CONTENT OF TOMATO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM*) LEAVES IMPROVED USING ALBITBR BIOSTIMULANT

Bahran Knfe Yakob, PhD student of the Faculty of Agriculture and Technology of RUDN University named after Patrice Lumumba, bahranknfe@gmail.com

Gins Murat Sabirovich, Doctor of biological sciences (Scientific Supervisor) of the Faculty of Agriculture and Technology of RUDN University named after Patrice Lumumba, gins-ms@rudn.ru

Abstract: Utilization of bio-stimulants helps to overcome the biotic and abiotic stresses that are caused by the existing climate changes. In the current study the bio-stimulant albitbr was applied in eight different doses (0 L/ha, 0.1 L/ha, 0.5 L/ha, 1 L/ha, 2.5 L/ha, 5 L/ha, 10 L/ha and 50 L/ha) on four different cultivars (Malets, Revansh, Telecman and Fenaric). The field was laid out in a completely randomized block design with each treatment being replicated three times. Results of the experiment indicated that the highest value of chlorophyll a (1.2mg/g) was produced by both Fenaric and Telecman cultivars. In addition to this, Fenaric cultivar produced the highest significant values of chlorophyll b (0.69 mg/g) and total chlorophyll (1.89 mg/g). Application of the albitbr bio-stimulant was found to have a significant impact on the improvement of chlorophyll content of tomato leaves where 2.5 L/ha produced the highest chlorophyll a content whereas both chlorophyll b and total chlorophyll contents were obtained from plants treated with 5 L/ha. Thus, 2.5 to 5 L/ha of the biostimulant is recommended for increasing chlorophyll contents of tomato leaves ultimately leading to higher fruit production.

Keywords: Climate change, Cultivar, Experiment, productivity, Significant

Introduction. Climate change is putting more pressure on the resources that feed people and increasing the rate of biotic and abiotic stresses on crops. The possible changes in the context of climate changes, unsuitable soil conditions, drought and desertification, disease and pest outbreaks on crops are expected to have significant impact on crop growth [1]. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Tomato is the most important vegetable next to potato but it is subject to a variety of biotic and abiotic stresses during its life cycle [2]. Leaf biochemical and biophysical parameters are prominent attributes that could offer valuable information for monitoring tomato productivity [3]. Albit is one of the bio-stimulant whose main ingredient is poly- β -hydroxybutyric acid (PHB) obtained from soil bacteria (*Bacillus megaterium* and *Pseudomonas aureofaciens*), terpene acids

from coniferous extract, a balanced starting set of macro- and microelements [4]. PHB helps to improve plant growth and reduces the reliance on chemical fertilizers and pesticides, promoting more sustainable, ecologically sound agriculture [5].

Thus, the current study was conducted to assess the impact of Albit^{br} bio-stimulant application on chlorophyll content with the purpose of maximizing the production potential of tomato.

Materials and methods. The experiment was conducted to determine the effect of albit^{br} bio-stimulant on four cultivars of tomato namely Revansh, Malets, Telecman and Fenaric at the experimental station Vniccok (Russia) experiencing a temperature range between 18-26°C and annual precipitation 703.5 mm. The experiment was conducted between 25 April 2024 to 5 September 2024. Albit^{br} bio-stimulant treatments (Control, 0.1, 0.5, 1, 2.5, 5, 10 and 50 L/ha) were applied on the soil surface one day before transplanting. The field was laid out in a completely randomized block design with each experimental unit being replicated three times. In each plot there were eight plants grown at a spacing of 70 cm x 37.5 cm from which 2 sample plants were randomly selected for data collection. To measure chlorophyll content, 0.25g of leaf sample was ground in 2ml of 80% acetone, then samples were filtered through filter papers and the final volume was completed to 25ml [6]. Lastly The chlorophyll content was determined according to the method used by López-Vargas and other colleagues [7] at absorbances of 645nm and 663 nm using the following equations.

Chlorophyll a = $0.999 \times \text{Abs}_{663} - 0.0989 \times \text{Abs}_{645}$, Chlorophyll b = $-0.328 \times \text{Abs}_{663} + 1.77 \times \text{Abs}_{645}$. Total chlorophyll = Chl a + Chl b. All data are expressed as mg g⁻¹ dry weight.

Finally, the data collected was analyzed using gene-stat software through analysis of variance and the mean comparison was made at 5% level of significance.

Results. The results of the study for chlorophyll content of tomato leaves is presented as follows:

Chlorophyll A. Significant variation was noticed on the chlorophyll A content of tomato leaves upon using different cultivars. Out of the four cultivars used in the experiment, Telecman cultivar yielded the highest value (1.20 mg/g) followed by Fenaric (1.2 mg/g). Both of these two cultivars had significantly better results than the other two cultivars namely, Revansh (1.05 mg/g) and Malets (1.09mg/g). However, the comparison made on the values of the chlorophyll A values in between the cultivars; Fenaric with Telecman as well as Malets with Revansh tend to be insignificant. Similarly, the chlorophyll A content was seen to be significantly influenced by the application of different doses of the albit^{br} bio-stimulant (table). The bio-stimulant applied at the dose of 2.5 L/ha led to the production of the highest value of the chlorophyll A content (1.26 mg/g) followed by 5 L/ha dose (1.21 mg/g) and the lowest value (0.94 mg/g) was obtained from the untreated plots (control). Plants treated with a dose of the bio-stimulant at the dose of 2.5 L/ha was found to express a significant superior value of the chlorophyll A content than the control plants as well as those plants treated with the three lowest doses of the bio-stimulant (0.1 L/ha, 0.5 L/ha and 1 L/ha).

Chlorophyll B. As per the results shown in the table, there existed a significant variation in the values of the chlorophyll B content of leaves among the cultivars used in this experiment. Fenaric cultivar was observed to express the highest significant value (0.69 mg/g) as compared to all the other three cultivars. Telecman cultivar resulted into a higher value (0.66 mg/g) of chlorophyll B content next to Fenaric but its value was found to be at par with the results of Malets (0.57 mg/g) and Revansh (0.56 mg/g). In the same way, there also occurred a significant impact of the application of different doses of albit^{br} bio-stimulant on the chlorophyll B content of the tomato leaves. The highest value (0.76 mg/g) was obtained from 5 L/ha dose of the bio-stimulant followed by 10 L/ha (0.71 mg/g) and the lowest value (0.45 mg/g) was recorded by applying 0.5 L/ha of the bio-stimulant. The bio-stimulant dose 5 L/ha, being the one that resulted into the highest value tend to have a significant superiority as compared to all the doses of the bio-stimulant except 10 L/ha dose. It has also been observed that plants treated with all the five higher doses starting from 1 L/ha

to 50 L/ha tend to exhibit significantly better results of the chlorophyll B content as compared to the control (0.5 mg/g).

Total chlorophyll. Significant differences were observed on the total chlorophyll composition of tomato leaves among the four cultivars used in this study (Table). From the four cultivars, Fenaric showed the highest value (1.89 mg/g) followed by Telecman (1.86mg/g), Malets (1.65mg/g) whereas the lowest value (1.60 mg/g) was recorded by Revansh cultivar. Despite the fact that there was no significant variation in between the two highly performing cultivars (Fenaric and Telecman), they both showed significantly increased values of the total chlorophyll content upon comparison with both Malets and Revansh cultivars. Having observed a significant influence of the albit^{br} Bio-stimulant application on the total chlorophyll composition of tomato leaves, all the albit^{br} doses greater than 1 L/ha exhibited significantly higher values when compared to the control treatment. The highest value (1.97 mg/g) was recorded from 5 L/ha followed by 2.5 L/ha (1.91 mg/g) and the lowest value (1.44 mg/g) was obtained from the control plants.

Table

Impact of albit^{br} bio-stimulant application on leaf chlorophyll content of tomato cultivars

Treatments	Ch.A (mg/g)	Ch.B (mg/g)	T.CH (mg/g)
Cultivars			
Fenaric	1.2	0.69	1.89
Malets	1.09	0.57	1.65
Revansh	1.05	0.56	1.60
Telecman	1.2	0.66	1.86
LSD (5%)	0.0864	0.1012	0.1788
SEM	0.0306	0.0358	0.0632
Doses of Albit^{br} biostimulant			
(0 L/ha)	0.94	0.5	1.44
0.1 L/ha	1.08	0.55	1.63
0.5 L/ha	1.06	0.45	1.51
1 L/ha	1.14	0.65	1.79
2.5 L/ha	1.26	0.65	1.91
5 L/ha	1.21	0.76	1.97
10 L/ha	1.18	0.71	1.89
50 L/ha	1.19	0.68	1.87
LSD (5%)	0.1222	0.1431	0.2529
SEM	0.0432	0.0506	0.0894
CV%	13.2	28.3	17.7

*CV (coefficient of variation), SEM (standard error of means), LSD (Least significant difference), Ch“a” (chlorophyll a), Ch “b” (chlorophyll b), T.Ch (Total chlorophyll), mg/g (miligram per gram)

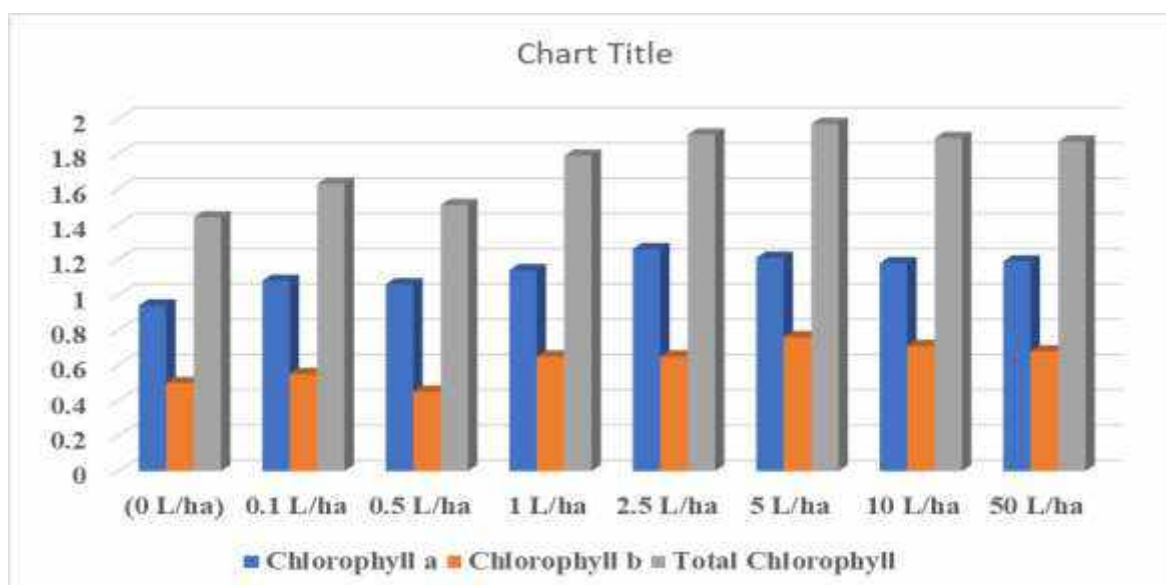


Fig. Impact of albit^{br} bio-stimulant application on chlorophyll content of tomato leaves

Conclusions. Due to the genetic differences of the different cultivars of tomato, statistically different values were noticed among them in the chlorophyll content with the cultivar Fenaric producing the highest value of chlorophyll a, b and total chlorophyll. As for the albit^{br} biostimulant, its effect was found to be significant with the highest values of chlorophyll a value obtained from plants treated with 2.5 L/ha whereas both chlorophyll b and total chlorophyll values were produced from plants treated with 5 L/ha of albit^{br}. Thus, upon comparing the different cultivars and different doses of the biostimulant, Fenaric cultivar and albit^{br} doses ranging from 2.5 to 5 L/ha were found to be the best in terms of chlorophyll synthesis which is ultimately reflected on the improvement of tomato fruit production.

List of References

1. Biratu W. Review on the effect of climate change on tomato (*Solanum Lycopersicon*) production in africa and mitigation strategies // *Journal of natural sciences research*. – 2018. – Vol. 8, № 5. – P. 62-70.
2. Bai Y. et al. Plant behaviour under combined stress: tomato responses to combined salinity and pathogen stress // *The plant journal*. – 2018. – Vol. 93, № 4. – P. 781– 793.
3. Sibanda M., Bacela E. A Systematic Review of Literature on remote sensing tomato crops productivity // *Physics and chemistry of the earth, parts a/b/c*. – 2024. – Vol. 136. – P. 103759.
4. Bilinska O. et al. The influence of the use of the drug albit on the formation of the seed productivity of the pre-basic material of potatoes // *Ukrainian black sea region agrarian science*. – 2021. – Vol. 2, № 25. – P. 71-79.
5. Kalozoumis T.M. Combining solid digestate with microorganisms and a biostimulant for a potentially enhanced quality of soilless organically grown tomato plants // *Second cycle, A2E. Alnarp: SLU, Department of Plant Breeding (from 130101)*. – 2023.
6. Ali K. A., Noraldeem S. S., Yaseen A. A. An evaluation study for chlorophyll estimation techniques // *Sarhad Journal of Agriculture*. – 2021. – Vol 37, № 4. – P. 1458-1465.
7. López-Vargas E. R. Seed priming with carbon nanomaterials to modify the germination, growth, and antioxidant status of tomato seedlings // *Agronomy*. –2020. – Vol 10, № 5. – P. 639.

УДК 632.913:004.032.26

MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING TECHNIQUE FOR DETECTION AND MANAGEMENT OF SOFT ROT DISEASES IN POTATO AND OTHER CROPS

Dooshima Rita Dugeri, PhD student, Dept. Agrobiotechnology, ATI RUDN University, 1042245341@pfur.ru

Riad Saidu Koroma, PhD student, Dept. Agrobiotechnology, ATI RUDN University, 1042245266@pfur.ru

Imoter Joseph Akende, Graduate student, Joseph Sawuan Tarkaa University, Makurdi, Benue state Nigeria.

Aleksandr N. Ignatov, Professor, Dept. Agrobiotechnology, ATI RUDN University, ignatov_an@pfur.ru

Annotation: *Potato (Solanum tuberosum L.) is a signified staple crop worldwide, providing nutrition to millions of people globally. Increase in the global population calls for higher yields of major agricultural food crops. Potato being among the third most important crop worldwide after rice and wheat [1,2]. For a sustainable agricultural production and food processing industries it is necessary to assess main factors limiting its production. In 2023, United State, India, and China were the highest producers of potatoes, and the total world harvest reached 383 million of metric tons [3]. This contribution came mostly from the small–scale farmers, especially those from the underdeveloped countries where potatoes are staple food and cash crop. This review explores machine learning and deep learning approach for detection of soft rot bacteria in potato crop, highlighting the management strategies in control of the bacterial.*

Keywords: *Pectobacterium, Soft rot, Machine learning, Deep learning, Potato, Sustainability*

The production of potato crop is affected by main plant pathogens, such as *Pectobacterium brasiliense*, and emerging species *P. polonicum* that poses a serious threat to its cultivation [4]. The conventional method used in detection of soft rot pectobacteria depends on diagnostics, microbiological culturing, and molecular methods (polymerase chain reaction (PCR), enzyme–linked immunosorbent assay (ELISA)), which are accurate but frequently time–consuming, labor–intensive, and required a special laboratory equipment and trained staff [5]. High–throughput, non–destructive, and quick disease diagnosis is made possible by machine learning (ML) approaches in conjunction with sensor technology [2,6]. Advancement in ML brought enhanced detection accuracy and speed up the process in field storage condition. However, the approach still lacks accuracy and sensitivity in detection of these bacteria, especially in early diseases symptoms when disease management would be more effective [10]. The use of ELISA, PCR, and culturing method remains the gold standard in plant pathogen diagnostics, but ML such as Convolutional Neural Networks (CNNs) help to minimize the biased power between healthy and infected potatoes making an easy way to control post–harvest infection [6,7]. ML algorithms thermal imaging have been used to detect diseases causing potato tubers decay [8]. Combination of electronic (E)–nose and ML classifiers showed a high sensitivity for identifying soft rot infection in storage or field environment, facilitating practical and real–time crop health assessment application [9]. The use of machine learning for vast genomic data helps us to understand how bacteriophages insert themselves and identify different strains, making an easy way for breeding programs to create resistant cultivars [11]. While advancement in technology brought a significant benefit to the global agriculture, the practical aspects still remain challenging which include, variability in field conditions, data scarcity integration of multi–sensor data, and deployment of cost–effective tools accessible to farmers require focused research. Research focused should be on creating a robust, easily deployable ML– driven diseases detection framework which is integrated within the precision of the agricultural system to support sustainable crop and reduce agrochemical dependency [2].

In conclude, the use of machine learning and deep learning techniques in agriculture brought transformative potential for early disease detection and management of soft rot bacteria in potatoes. By utilizing these techniques, it will help to tackle the issue crop disease, better crop yield, and support food security.

Bibliographic list

1. Ahmadu, T., Abdullahi, A., Ahmad, K. The role of crop protection in sustainable potato (*Solanum tuberosum* L.) production to alleviate global starvation problem: An overview. // IntechOpen, 2021. DOI: 10.5772/intechopen.100058
2. Pauzi, N.A.M., Mustaza, S.M., Zainal, N., Zaman, M., Moubark, A.M. Artificial Intelligence in precision agriculture: A review. // Jurnal Kejuruteraan. –2025. – V.37, No. 2. – P. 1025–1047.
3. Hu, X., Jiang, H., Liu, Z., Gao, M., Liu, G., Tian, S., Zeng, F. The Global Potato–Processing Industry: A Review of Production, Products, Quality and Sustainability. // Foods. –2025. – V. 14, No. 10. – P. 1758 – 2025.
4. Zhu, J., Yang, Z. Detection, characterization, and management of plant pathogens. // Frontiers in Plant Science. – 2024. – V. 15.- P. 1354042.
5. Patel, D., Khangarot, J. S., Dhavale, M. C., Rahuri, A. M. M. Bacterial Plant Pathogens. // In: Yuvarani, R. et al. Plant Health and Disease Management: A Modern Approach, –2025. — SBN No.- 978-93-48217-08-0. – P.56
6. Pandi, S. S., Reshmy, A. K., Kumar, S. V., Kumar, P. Towards Precision Agriculture: Harnessing Deep Learning for Accurate Plant Disease Diagnosis. // Proceedings of the 2024 International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT). –2024. – P. 1–6.
7. Dhavale, M. C., Patel, D., Khangarot, J. S., & Rahuri, A. M. M. Plant Disease Epidemiology. // In: Yuvarani, R. et al. Plant Health and Disease Management: A Modern Approach. –2025. – SBN No.- 978-93-48217-08-0. – P.96
8. Taoussi, M., Radi, M., Ezzouggari, R., El Ahrach, M., Sagouti, T., Belabess, Z., Lahlali, R. Diagnostics and Detection Tools for Pathogens in Food Crops. // Molecular and Biotechnological Tools for Plant Disease Management. –2025. – P. 31–73 Springer, Singapore.
9. Lin, H., Wei, Z., Chen, C., Huang, Y., Zhu, J. Early Identification of Rotten Potatoes Using an Electronic Nose Based on Feature Discretization and Ensemble Convolutional Neural Network. Sensors. 2024.- V. 24. – No. 10. - P. 3105.
10. Farokhzad, S., Modaress Motlagh, A., Ahmadi Moghaddam, P., Jalali Honarmand, S., Kheiralipour, K. A machine learning system to identify progress level of dry rot disease in potato tuber based on digital thermal image processing. // Scientific Reports. – 2024.- V.14. – No. 1. – P. 2024.
11. Pardeshi, L. A., van Duivenbode, I., Pel, M. J., van der Lee, T. A. Pangenomics to understand prophage dynamics in the *Pectobacterium* genus and the radiating lineages of *Pectobacterium brasiliense*. // Microbial Genomics. – 2025.- V. 11.- No. 5. – P. 001392.

УДК 631.363

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ПОСАДОЧНОГО КЛУБНЯ И ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

Аверин Сергей Сергеевич, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева tigaverin@mail.ru

Аннотация: В статье представлены результаты трёхлетних полевых исследований по изучению влияния размера посадочного клубня и площади питания на урожайность четырёх современных сортов картофеля. Эксперименты проводились по двухфакторной схеме с варьированием размера клубней (35, 40, 45, 50 мм) и схемы посадки (75×20, 75×25, 75×30, 75×35 см).

Ключевые слова: картофель, размер посадочного клубня, площадь питания, урожайность, схема посадки.

Введение. Картофель, как одна из ведущих продовольственных культур, занимает важное место в обеспечении населения ранней витаминной продукцией и играет значительную роль в структуре растениеводства России и сопредельных стран [2,3]. Особое значение в технологии выращивания раннеспелых сортов картофеля имеют такие агротехнические приёмы, как подбор оптимального размера посадочного клубня и площади питания растений. Эти параметры напрямую влияют не только на общую урожайность, но и на структуру урожая — количество, массу и качество формируемых клубней [2,3,5].

Ряд исследований указывает на то, что клубни крупной фракции обладают более высоким запасом питательных веществ, что обеспечивает быстрое прорастание, развитие мощной надземной массы и формирование большего количества и массы клубней по сравнению с мелкими фракциями [2,3]. В то же время слишком крупные клубни не всегда экономически оправданы, а при избыточной густоте посадки наблюдается снижение средней массы клубня и товарности урожая вследствие усиления конкуренции между растениями за питательные вещества, влагу и свет [5,6]. Оптимальное сочетание размера посадочного материала и площади питания позволяет не только повысить урожайность, но и получить более качественную продукцию с высоким содержанием крахмала и других ценных компонентов [3, 5].

Актуальность изучения влияния этих факторов особенно высока для раннеспелых сортов картофеля, поскольку именно они предъявляют повышенные требования к начальным условиям роста и формируют урожай в сжатые сроки [3,5]. Современные исследования показывают, что подбор оптимальной фракции посадочных клубней и схемы размещения растений позволяет существенно повысить эффективность использования семенного материала, улучшить структуру урожая и увеличить экономическую отдачу производства [2,3,5].

В связи с этим целью настоящей работы является изучение влияния размера посадочного клубня и площади питания на урожайность и структуру урожая раннеспелых сортов картофеля, а также определение оптимальных параметров агротехники для получения высоких и стабильных урожаев качественной продукции в условиях средней полосы России.

Методика проведения исследования. Полевой опыт по изучению влияния размера посадочного клубня и площади питания на урожайность картофеля был проведён в 2022–2024 гг. на опытном участке в условиях средней полосы России. В качестве объектов исследования использовались четыре сорта картофеля: Коломба, Арроу, Ривьера и Беллароза. Эксперимент был организован по двухфакторной схеме с четырёхкратной повторностью. В качестве первого фактора (А) рассматривался размер посадочного клубня: 35, 40, 45 и 50 мм. Клубни для посадки отбирались вручную после предварительной механической калибровки, что обеспечивало высокую однородность исследуемого материала. Вторым фактором (В) была площадь питания, то есть схема размещения растений: 75×20, 75×25, 75×30 и 75×35 см.

Схема опыта. Опыт был проведён по двухфакторной схеме, что позволило оценить влияние как размера посадочного клубня, так и площади питания на урожайность различных сортов картофеля. В качестве первого фактора (А) использовали размер посадочного клубня, который варьировался по четырём градациям: 35 мм, 40 мм, 45 мм и 50 мм. Второй фактор (В) — площадь питания, то есть схема размещения растений, также включала четыре варианта: 75×20 см, 75×25 см, 75×30 см и 75×35 см. Каждая комбинация факторов была представлена в трехкратной повторности, что обеспечивало статистическую надёжность получаемых данных. В опыте были задействованы четыре сорта картофеля: Коломба, Арроу, Ривьера и Беллароза.

Результаты исследования. В ходе трёхлетних полевых опытов были получены данные о влиянии размера посадочного клубня и площади питания на урожайность

картофеля сортов Коломба, Арроу, Ривьера и Беллароза. Анализ результатов показал, что оба исследуемых фактора оказывают значимое влияние на формирование урожая, причём оптимальные параметры различаются в зависимости от сорта

Таблица 1

Влияние размера посадочного клубня и площади питания на урожайность картофеля сортов Коломба, Арроу, Ривьера и Беллароза т/га (среднее за 2022-2024 гг.)

Размер клубня, сорта Коломба, мм (фактор А)	Площадь питания, см (фактор В)				Средние по фактору А (НСР = 3,49)
	75x20	75x25	75x30	75x35	
35	39,43	41	41,54	40,72	40,6725
40	40,32	40,44	40,15	40,49	40,35
45	43,02	39,05	42,84	40,83	41,435
50	41,48	37,96	42,14	41,45	40,7575
Средние В (НСР = 3,49)	41,0625	39,6125	41,6675	40,8725	
Размер клубня сорта Арроу, мм (фактор А)	Площадь питания, см (фактор В)				Средние по фактору А (НСР = 2,27)
	75x20	75x20	75x20	75x20	
35	40,52	41,12	38,19	38,91	39,685
40	44,96	40,8	39,45	38,45	40,915
45	40,08	42,86	43,03	40,93	41,725
50	39,24	41,075	40,26	38,64	39,8038
Средние В (НСР = 2,27)	41,2	41,4638	40,2325	39,2325	
Размер клубня, сорта Ривьера мм (фактор А)	Площадь питания, см (фактор В)				Средние по фактору А (НСР = 3,26)
	75x20	75x20	75x20	75x20	
35	40,26	43,13	39,64	38,25	40,32
40	42,27	38,47	40,58	38,37	39,9225
45	39,39	42,52	41,85	38,04	40,45
50	37,27	39,86	39,49	38	38,655
Средние В (НСР = 3,26)	39,7975	40,995	40,39	38,165	
Размер клубня, сорта Беллароза мм (фактор А)	Площадь питания, см (фактор В)				Средние по фактору А (НСР = 2,07)
	75x20	75x20	75x20	75x20	
35	39,3	42,37	39,43	39,82	40,23
40	41,06	42,59	43,21	40,37	41,8075
45	38,39	39,03	42,16	41,16	40,185
50	37,71	37,19	40,61	39,46	38,7425
Средние В (НСР = 2,07)	39,115	40,295	41,3525	40,2025	

Сорт Коломба дал максимальный урожай (43,02 т/га) при посадке клубнями 45 мм по схеме 75×20 см. В среднем лучший результат — клубни 45 мм (41,44 т/га), по схеме — 75×30 см (41,67 т/га). Сорт Арроу показал наивысший урожай (44,96 т/га) при клубнях 40 мм и схеме 75×20 см. В среднем лучшие клубни — 45 мм (41,73 т/га), по схеме — 75×25 см (41,46 т/га). Сорт Ривьера дал максимум (43,13 т/га) при клубнях 35 мм и схеме 75×25 см. В среднем лучшие клубни — 45 мм (40,45 т/га), по схеме — 75×25 см (40,99 т/га). Сорт Беллароза — максимальный урожай (43,21 т/га) при клубнях 40 мм и схеме 75×30 см. В среднем лучшие клубни — 40 мм (41,81 т/га), по схеме — 75×30 см (41,35 т/га). В целом, для большинства сортов оптимальны клубни 40–45 мм и схемы 75×25–75×30 см — они дают высокий и стабильный урожай. У Арроу и Беллароза низкая изменчивость урожайности (НСР 2,27 и 2,07 т/га), у Коломба и Ривьера — выше (3,49 и 3,26 т/га), что связано с особенностями сортов или условиями опыта.

Заключение. Проведённые трёхлетние полевые исследования подтвердили, что размер посадочного клубня и площадь питания оказывают существенное влияние на урожайность картофеля, причём степень этого влияния зависит от сортовых особенностей. Наиболее высокие и стабильные показатели урожайности были получены при использовании клубней среднего размера (40–45 мм) и схем посадки с площадью питания 75×25–75×30 см. Для каждого из изученных сортов (Коломба, Арроу, Ривьера, Беллароза) были определены оптимальные сочетания этих факторов, позволяющие максимально реализовать потенциал урожайности.

Библиографический список

1. Васильев А. А., Давыдова Н. А. Влияние величины семенного материала и густоты посадки на урожайность и качество клубней картофеля // Вестник Южно-Уральского государственного аграрного университета. — 2022. — № 3. — С. 344–352.
2. Урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от площади питания // Панорама. — 2023. — № 5. — С. 1–5.
3. Посадка картофеля Электронный ресурс // Direct.Farm. — 2024. — URL: <https://direct.farm/post/posadka-kartofelya-27946> (дата обращения: 30.05.2025).
4. Урожайность раннеспелого картофеля в зависимости от предшественников и агротехники // Евразийская наука. — 2017. — № 1. — С. 21–24.
5. Какой размер считается стандартным для картофеля разных сортов? Электронный ресурс — Яндекс Кью. — 2025. — URL: https://ya.ru/neurum/c/drugoe/q/kakoy_razmer_schitaetsya_standartnym_dlya_kartofelya_22e0a1a8 (дата обращения: 30.05.2025).
6. Этот «шахматный» способ посадки картофеля даст рекордный урожай Электронный ресурс // IrkutskMedia. — 2020. — URL: <https://irkutskmedia.ru/news/1930681/> (дата обращения: 30.05.2025).

УДК 632.937

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭПИФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ

Андреевская Вероника Максимовна, младший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИ Фитопатологии; аспирант кафедры микологии и альгологии, МГУ им. М.В.Ломоносова, nikaandreevskai@yandex.ru

Лисовой Алексей Михайлович, студент кафедры защита растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; лаборант, ФГБНУ ВНИИ Фитопатологии, lesh.lisovoi@yandex.ru

Научный руководитель: **Еланский Сергей Николаевич**, д.б.н., ведущий научный сотрудник кафедры микологии и альгологии, МГУ им. М.В.Ломоносова, snelansky@mail.ru

Аннотация: описано исследование влияния эпифитов на фитопатогены картофеля в лабораторных и полевых условиях. Использование изучаемых средств защиты, в том числе на основе выделенной бактерии *P. chlororaphis*, показало снижение развития болезней и прибавку урожайности по сравнению с контролем.

Ключевые слова: фитопатогены, защита растений, эпифиты, картофель, *Pseudomonas chlororaphis*.

Введение. Сельское хозяйство последние десятилетия придерживалось интенсивного направления, что повлияло на состояние почвы и растений во всем мире. Активно используются химические средства защиты; несмотря на их высокую эффективность, они приносят существенный вред окружающей среде. Всё больше появляется резистентных фитопатогенных микроорганизмов, способных уменьшать урожайность сельскохозяйственных культур, а разработка новых пестицидов становится всё более дорогостоящей. Следует уделять большое внимание биологическим средствам защиты растений, к которым не возникает резистентность и которые не оказывают негативного влияния на окружающую среду.

Картофель занимает четвертое место в мире среди основных продовольственных культур [3]; его активно возделывают и в Российской Федерации. Одной из основных проблем при выращивании картофеля является вредоносность фитопатогенных микроорганизмов (*Alternaria* sp, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum coccodes*, *Cladosporium cladosporioides*, *Helminthosporium solani*, *Phytophthora infestans*, *Fusarium* sp., бактерии др.), против которых следует разрабатывать эффективные и безопасные средства защиты [1].

Эпифиты – сапротрофные микроорганизмы, которые растут на поверхности листьев и других органах, питаясь их выделениями [6]. Многие эпифиты являются антагонистами фитопатогенов, благодаря чему защищают растения от болезней. Целью исследования является изучение использования некоторых эпифитных микроорганизмов для защиты картофеля от болезней.

Материалы и методы. Для выделения эпифитов в полевых условиях отобраны образцы листьев пасленовых культур из Московской, Орловской, Рязанской, Владимирской, Волгоградской областей и Республики Коми.

Для выделения чистых культур микроорганизмов с поверхности листьев использовали метод отпечатка [2]. Для оценки видовой принадлежности эпифитных бактерий анализировали последовательность нуклеотидов участка ДНК 16S с праймерами 27f/1492r. Выделение ДНК проводили с помощью набора ПРОБА-ГС компании Агродиагностика в соответствии с инструкцией. Проводили секвенирование по Сэнгеру с дальнейшей расшифровкой сиквенсов и филогенетическими построениями в программе Мега Х. Для определения видовой принадлежности по последовательностям ДНК полученные последовательности сравнивали с референтными последовательностями из заслуживающих доверия публикаций и из базы Genbank NCBI с помощью поисковика BLAST.

Антагонистическую активность оценивали с помощью метода встречных культур на горохово-морковном агаре для оомицета *P.infestans* и на картофельно-глюкозном агаре для фитопатогенных грибов. Чашки инкубировали в термостате при 24 °С (при 18°С для *P.infestans*).

С выделенными бактериями был проведен тест на фитотоксичность по отношению к листьям и клубням картофеля, для этого на органы растений во влажной камере помещалась суспензия с бактерией. Все эксперименты проводили в 3 повторностях.

Штаммы фитопатогенных грибов были получены из коллекций микроорганизмов кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ и Агробιοтехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН.

Полевой опыт проходил в Одинцовском округе Московской области (п. Летний отдых) в зоне дерново-подзолистых почв. В исследовании был использован картофель *Solanum tuberosum* L. сорта Аризона. Сорт включен в Госреестр по Центральному и Центрально-Черноземному регионам, оригинатор AGRICO U.A [5]. Перед посадкой картофеля клубни обрабатывали суспензией бактерии *P. chlororaphis*, в концентрации в зависимости от варианта, вместе с прилипателем Биолипостим. В варианте с фунгицидными обработками клубни обрабатывали препаратом Синклер, СК в концентрации указанной в регламенте применения [4]. Затем в течение вегетации, начиная с фазы цветения, проводили обработки биопрепаратом по листу 1 раз в неделю. Фунгицидные обработки во время всей вегетации проходили на основании прогноза Агродозор, состав пестицидов представлен в схеме опыта. Полевой опыт был заложен в трехкратной повторности по 30 растений в варианте. Обработку результатом проводили методами вариационной статистики по Доспехову.

Схема опыта:

1. Контроль
2. Фунгицидные обработки (Ревус Топ, КС, Ранман Топ, КС, Абига Пик, ВС)
3. Обработка суспензией бактерий *P. chlororaphis* в концентрации 10^7 /мл
4. Обработка суспензией бактерий *P. chlororaphis* в концентрации 10^8 /мл

Каждую неделю, начиная с появления всходов, проводили биометрические учеты, учеты развития болезней. В конце вегетации учитывали урожайность.

Результаты. В процессе работы были выделены 62 штамма бактерий. Из них было отобрано 4 штамма, проявивших в лабораторных тестах наибольшую антагонистическую активность по отношению к фитопатогенам: 6РОО *Pseudomonas chlororaphis*, 62ОВЛО *Ochrobactrum quorumnocsens*, 19ФМО *Flavobacterium tyrosinilyticum*, 29СМО *Stenotrophomonas indicatrix*. Для данных штаммов был проведен тест на фитотоксичность по отношению к листьям и клубням картофеля, в результате которого не наблюдалось разрушения ткани растения. Из всех бактерий наибольшую антагонистическую активность показал штамм 6РОО *P. chlororaphis*, вследствие чего данный штамм был отобран для проведения полевых опытов.

Данные по биометрическим показателям и урожайности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные биометрические показатели и урожайность

Вариант	Высота в см	Количество ли- стьев, шт./ растение	Суммарная урожайность кг/делянка (6,3 м ²)	Средняя масса клубня в г
Контроль	59*	5,4	15,2	81
Фунгицидные обработки	55,5	5,0	19,9	111
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> 10 ⁸	56,5	4,9	19,9	109
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> 10 ⁷	57	4,8	20,1	113
НСР _{0,05}	5,6	0,8	2,3	5,6

* – приведены данные по последнему учету

Урожайность и средняя масса клубня несущественно отличались в исследуемых вариантах, но достоверно отличались от контроля. Урожайность в вариантах с

P. chlororaphis 10⁸ и фунгицидные обработки больше контроля на 23%, а в варианте *P. chlororaphis* 10⁷ на 24%. Средняя масса клубней в варианте в варианте с *P. chlororaphis* 10⁸ больше контроля на 25%, а в варианте *P. chlororaphis* 10⁷ на 28%, а в варианте фунгицидные обработки больше контроля на 37%.

В деляночных испытаниях первые симптомы альтернариоза появились в третьей декаде июля, а фитофтороза в первой декаде августа 2025 года (рис. 1).

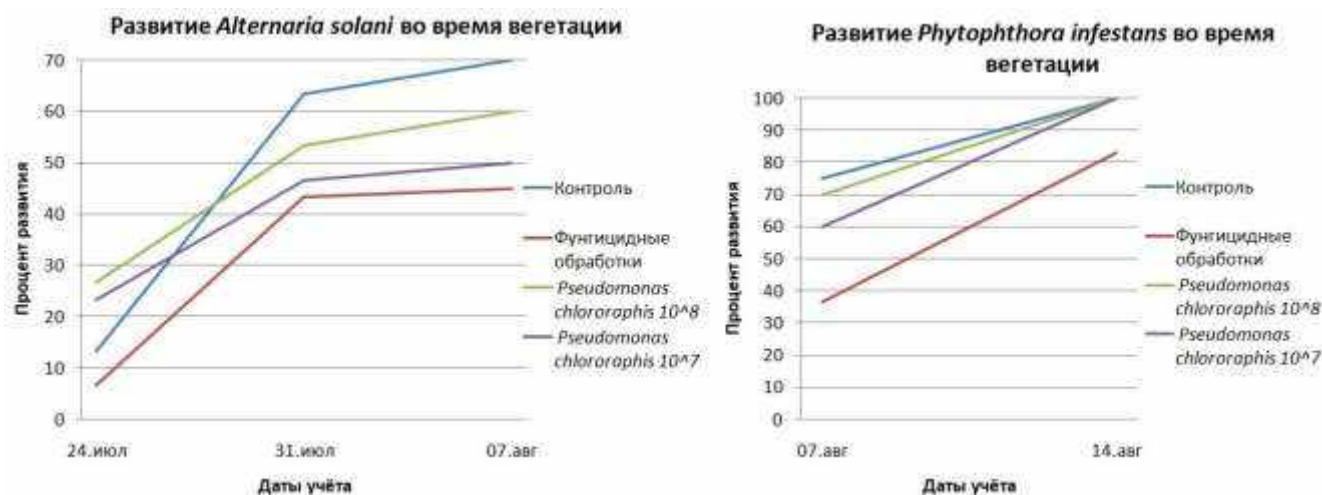


Рис.1. Динамика развитие альтернариоза и фитофтороза во время вегетации

На начальных этапах патогенеза альтернариоз развивался неравномерно по всему полю. При внесении средств защиты наблюдалась сдерживание болезни. Развитие альтернариоза 31 июля было на 31% меньше в варианте «фунгицидные обработки», на 15% меньше в варианте «*P. chlororaphis* 10⁸», в варианте «*P. chlororaphis* 10⁷» на 26% меньше по сравнению с контролем. Развитие альтернариоза 7 августа было на 35% меньше в варианте «фунгицидные обработки», на 14% меньше в варианте «*P. chlororaphis* 10⁸», на 28% меньше в варианте «*P. chlororaphis* 10⁷» по сравнению с контролем.

Развитие фитофтороза 7 августа было на 51% меньше в варианте «фунгицидные обработки», на 6 % меньше в варианте «*P. chlororaphis* 10⁸», на 20% меньше в варианте «*P. chlororaphis* 10⁷» по сравнению с контролем. Развитие фитофтороза 14 августа было на 17% меньше в варианте «фунгицидные обработки» по сравнению с контролем.

Заключение. Среди 62 штаммов бактерий, выделенных с поверхности листьев в разных регионах Российской Федерации, наибольшую антагонистическую активность показал штамм бРОО *P. chlororaphis*. Полевой опыт показал существенную разницу в урожайности у всех вариантов по сравнению с контролями, несущественную разницу в биометрических показателях между вариантами. На основании мониторинга болезней можно заключить, что *P. chlororaphis* сдерживала развитие фитопатогенов, но защита с применением химических фунгицидов была более эффективна.

Библиографический список

1. Белошапкина, О.О. Защита растений: фитопатология и энтомология/О.О. Белошапкина, В.В. Гриценко, И.М. Митюшев, С.И. Чебаненко. - Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2017. – 478с.
2. Благовещенская Е. Ю. Микологические исследования: Основы лабораторной техники. — Ленанд М, 2017. – 96 с.
3. Возмилов А.Г., Лисов А.А., Урманов В.Г., Синева Г.Н. Определение вида заболеваний, поражающих листья картофеля, с использованием алгоритмов машинного обучения // Вестник НГИЭИ. 2023. №3 (142). С. 7-16. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-vida-zabolevaniy-porazhayuschih-listya-kartofelya-s-ispolzovaniem-algoritmov-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 26.05.2025).

4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2024 год. – М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России).

5. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание.–М.:ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 620 с.

6. Селихова, А.А. Эпифитная микрофлора растений как специфический фактор растительного иммунитета / А. А. Селихова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 51 (289). — С. 280-282. URL: <https://moluch.ru/archive/289/65492/> (дата обращения: 26.05.2025).

УДК 58.035:581.133.1:635.345

ИЗМЕНЕНИЯ В МОРФОГЕНЕЗЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У ЮВЕНИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ МОРКОВИ *DAUCUS CAROTA* L В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЛИ СИНЕГО СВЕТА В СПЕКТРЕ СВЕТА

Багрецова Мария Романовна, аспирант кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, младший научный сотрудник ФГБУН ГНЦ ИМБП РАН, lol2101bear@mail.ru.

Смолянина Светлана Олеговна, ведущий научный сотрудник ФГБУН ГНЦ ИМБП РАН, Q666666@yandex.ru

Тараканов Иван Германович, профессор кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plantphys@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследовано влияние спектрального состава света на рост, морфогенез и метаболизм молодых растений моркови (*Daucus carota* L., сорт Внучка) в условиях светокультуры. Особое внимание уделено роли синего света, который регулирует морфогенез и фототропизм. Растения выращивали на питательном растворе под светодиодами с разными спектрами: монохроматическим синим, трихроматическим с преобладанием синего (4:1:1) и равными долями синего, красного и зеленого (1:1:1). Показано, что наибольший рост и метаболическая активность наблюдались при преобладании синего света (67%), тогда как равное соотношение спектральных компонентов приводило к замедлению развития, вероятно, из-за инактивации криптохромов под действием зеленого света. Результаты имеют значение для оптимизации световых режимов в космических оранжереях и системах закрытого грунта.

Ключевые слова: морковь, светокультура, фотоморфогенез, синий свет.

Световой фактор играет ключевую роль в регуляции ростовых процессов, развития и продуктивности растений. При выращивании растений в искусственных условиях важным фактором повышения урожайности и качества растительной продукции через оптимизацию параметров освещения – интенсивности, спектрального состава, фотопериода и характера излучения (импульсный или постоянный). Актуальность данной тематики имеет особое значение для выращивания овощных растений в комплексе бортовых систем жизнеобеспечения экипажей. Энерговооруженность и габариты существующих и проектируемых в настоящее время пилотируемых космических аппаратов позволяют на первом этапе включить установить на борту лишь небольшую овощную космическую оранжерею, предназначенную для обогащения рациона экипажа витаминами [1]. На данный

момент в Институте медико-биологических проблем РАН разработана технология выращивания листовых овощных культур в конвейерном посеве в условиях космического полета и начаты работы по разработке аналогичной технологии для выращивания корнеплодных культур, в частности, моркови [2]. Серьезной проблемой на данном этапе работы является практически полное отсутствие данных о требованиях моркови к параметрам светового режима в условиях искусственного освещения, в том числе спектрального состава света. Применительно к задаче выращивания моркови в условиях микрогравитации особый интерес представляет синяя составляющая спектра в области ФАР, так как синий свет, помимо энергетической функции, является важнейшим фактором, регулирующим морфогенез и фототропическую реакцию растений, а также стимулирует синтез каротина и каротиноидов, определяющих биологическую ценность корнеплодов. В связи с этим целью наших опытов явилось изучение влияния повышенной доли синего света в спектре на морфогенез и метаболическую активность молодых растений моркови.

Материалы и методы. Объектом исследования выбран скороспелый сорт моркови *Daucus carota* L., сорт Внучка, формирующий компактные корнеплоды. Растения выращивали в водной культуре в 100-мл стеклянных сосудах на питательном растворе Чеснокова 0,5 нормы с ежедневной сменой раствора. В первые 12 суток растения росли под белыми светодиодами (СД) в течение 12 суток, а на 13-е сутки их переносили под светильники с исследуемыми спектрами светового потока: 1 вариант – монохроматический синий свет; 2 вариант – трихроматический свет с преобладанием синей составляющей (ППФСин:ППФкрас:ППФзелен = 4:1:1); 3 вариант – трихроматический свет с равными долями синего, красного и зеленого света, составляющей (ППФСин:ППФкрас:ППФзелен = 1:1:1). На протяжении всего периода выращивания растений плотность потока фотонов на уровне верхушек побегов составила 420 ± 30 мкмоль/(м²·с) при круглосуточном освещении. Начиная с 14-х суток вегетации, ежедневно измеряли прирост массы растений, изменение удельной электропроводности и *pH* питательного раствора после выращивания на нем растений, и объем воды, испаренной растениями за сутки. Кроме того, на 15-е, 18-е и 22-е сутки вегетации определяли скорость поглощения катионов и азота по изменению содержания этих элементов в отработанных растворах. На 22-е сутки растения срезали, измеряли высоту побегов, число листьев, сырую массу надземных органов и корней и содержание сухого вещества в них. Статистический анализ проведен с использованием программы GraphPad Prism 8.4.3. В таблице приведены средние и доверительные интервалы.

Результаты и обсуждение. Перенос растений с белого света на монохроматический синий с первых же суток экспозиции резко замедлил рост растений. Это явилось вполне ожидаемым результатом, так как известно, что использование монохроматического излучения любой длины волны не обеспечивает оптимальных условий для полноценного развития растений [3 – 5]. Наиболее быстрый рост растений наблюдали в варианте с абсолютным (67%) преобладанием синего света в спектре, где на долю красного и зеленого света суммарно приходилось только 33%. В этом варианте масса растений линейно возрастала в течение всей экспозиции, в то время как в варианте, где синяя, зеленая и красная области ФАР были представлены в равных долях (по 33%), примерно с 4-х суток экспозиции отмечали постепенное замедление роста. Одной из причин этого могло стать увеличение доли зеленого света в спектре, так как известно, что фоторецепторы синего света – криптохромы – воспринимают и зеленый свет, при этом волны в желто-зеленой области спектра ускоряют реверсию активированных синим светом криптохромов в неактивное состояние [4, 5]. Поскольку криптохромы активируют экспрессию всех ядерных генов фотосинтетического аппарата, контролируя различные функции растений, включая процессы, связанные с водным и газовым обменом, инактивация этих фоторецепторов может негативно повлиять на рост растений.

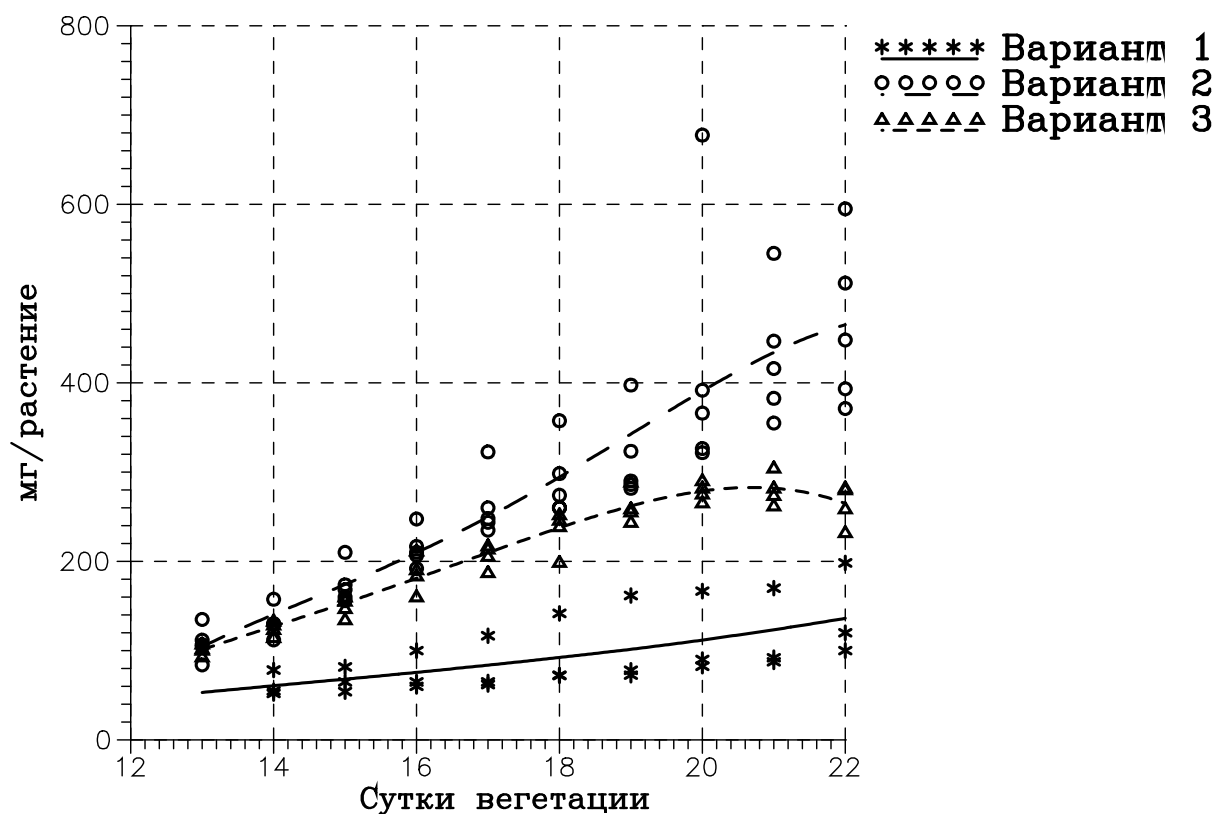


Рис.1 Динамика нарастания сырой массы растений моркови в зависимости от спектрального состава света (вариант 1 – монохроматический синий свет; вариант 2 – ППФ_{синий}:ППФ_{зеленый}:ППФ_{красный}=4:1:1; вариант 3 – ППФ_{синий}:ППФ_{зеленый}:ППФ_{красный}=1:1:1)

Интересно, что различия между вариантами по ростовым и морфометрическим показателям побегов, вопреки ожиданиям, были довольно слабо выражены (табл. 1). Число листьев и высота побегов не различались в вариантах, где присутствовали все три области спектра (независимо от их соотношения). Некоторое уменьшение этих показателей отмечали только в варианте с монохроматическим синим светом. Различия между вариантами по сырой массе побегов также были выражены значительно слабее, чем по массе корней. В отличие от побегов, сырая масса корней в варианте с преобладанием синего света примерно в 2 раза превосходила массу корней в варианте, где все три области спектра были представлены в равных долях, и примерно в 4 раза – в варианте с монохроматическим синим светом. При этом различия по сухой массе растений между 2-м и 3-м вариантами (доля синего света в спектре – 67% и 33%, соответственно) отсутствовали, и только в варианте с монохроматическим синим светом отмечали уменьшение сухой массы растений (табл. 1). Эти данные указывают, что при наличии в световом потоке трех спектральных полос (синей, зеленой и красной) высокая доля синего света в спектре стимулирует рост клеток растяжением, а также интенсивное ветвление корневой системы (т.е. образование корней 2-го, 3-го и т.д. порядков), что наблюдали и визуально.

Таблица 1

Биометрические показатели растений моркови в возрасте 22 суток в зависимости от доли синего света в спектре оптического излучения

Показатели	Световой режим		
	монохроматический синий свет	ППФ _{син.} :ППФ _{зел.} :ППФ _{кр} =4:1:1	ППФ _{син.} :ППФ _{зел.} :ППФ _{кр} =1:1:1
Число листьев, шт/растение	2,0 ± 0,2	2,9 ± 0,3	2,7 ± 0,2

Высота побега, см	5,7 ± 0,8	8,5 ± 0,5	7,7 ± 0,6
Сырая масса, мг/растение, в т.ч. побег корень	134 ± 25	438 ± 51	265 ± 35
	73 ± 16	252 ± 44	179 ± 33
	56 ± 26	189 ± 35	87 ± 11
Сухая масса, мг/растение, в т.ч. побег корень	20 ± 4	57 ± 8	53 ± 8
	16 ± 3	44 ± 8	42 ± 8
	4 ± 2	13 ± 2	11 ± 1

Метаболическую активность корней оценивали по изменению *pH* питательного раствора и уменьшению удельной электропроводности раствора вследствие поглощения растениями минеральных элементов. В наших опытах во всех вариантах отмечали сильное закисление питательного раствора после выращивания на нем растений, особенно значительное в варианте с монохроматическим синим светом (т.е. там, где рост растений был в наибольшей степени угнетен). В этом же варианте в первые 4 суток экспозиции отмечали не уменьшение, а увеличение электропроводности раствора после вегетации растений, т.е. количество выбрасываемых в раствор корневых выделений превышало количество поглощенных растениями минеральных элементов. В вариантах, где в спектре присутствовали все три составляющие, удельная электропроводность раствора после выращивания растений уменьшалась.

Анализ поглощения отдельных ионов показал, что во всех вариантах растения активно поглощали кальций. При этом во 2-м варианте (доля синего света – 67%), где отмечали наиболее быстрый рост растений, скорости поглощения кальция и выделения магния были равны. В вариантах, где рост растений в той или иной степени был угнетен, выделение в раствор магния было выше, чем поглощение кальция, особенно в варианте с монохроматическим синим светом. Что касается азота, то во 2-м варианте растения поглощали этот элемент в течение всей экспозиции, а в двух других вариантах растения в конце экспозиции выделяли этот элемент в раствор.

Заключение. Результаты проведенных экспериментов указывают на существование нелинейной зависимости между долей синего света в спектре и интенсивностью роста растений моркови. При этом синяя составляющая в спектральном составе света, по-видимому, должна быть значительно выше, чем, например, для листовых овощных культур, где рекомендуемая доза синего света составляет около 10%. Увеличение доли синего света в спектре в наибольшей степени повлияло на рост и метаболическую активность корневой системы, в то время как влияние синего света на надземные органы было менее выражено.

Библиографический список

1. Научная аппаратура "Витацикл-т" для проведения эксперимента по выращиванию растений в цилиндрической конвейерной космической оранжерее в условиях орбитального полета / Ю. А. Беркович, С. О. Смолянина, А. М. Беляк [и др.] // Земля - орбита - Дальний космос : XVIII КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И АВИАКОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, Москва, 07–09 ноября 2023 года. – Москва: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ – ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2023. – С. 61-63. – EDN НКХQRH.
2. Пути повышения эффективности использования почвозаменителя при выращивании корнеплодных культур в космической оранжерее / Ю. А. Беркович, А. М. Беляк, М. Р. Багрецова [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2023. – Т. 57, № 4. – С. 97-105. – DOI 10.21687/0233-528X-2023-57-4-97-105. – EDN HQLQKN.

3. LED crop illumination inside space greenhouses / Y. A. Berkovich, I. O. Konovalova, S. O. Smolyanina [et al.] // Reach. – 2017. – Vol. 6. – P. 11-24. – DOI 10.1016/j.reach.2017.06.001. – EDN XPEQCG.

4. Закурин, А. О. Светокультура растениеводства защищенного грунта: фотосинтез, фотоморфогенез и перспективы применения светодиодов / А. О. Закурин, А. В. Щенникова, А. М. Камионская // Физиология растений. – 2020. – Т. 67, № 3. – С. 246-258. – DOI 10.31857/S0015330320030227. – EDN QYHJTR.

5. Effect of LED Lighting on Morphogenesis and Content of Ascorbic Acid, P, K, and Ca in Eruca sativa Plants / O. V. Nakonechnaya, O. V. Grishchenko, Y. A. Khrolenko [et al.] // Russian Journal of Plant Physiology. – 2021. – Vol. 68, No. 2. – P. 356-366. – DOI 10.1134/S1021443721020138. – EDN CTQCNU.

УДК 631.512.2:631.582

ВЛИЯНИЕ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА НА РАЗВИТИЕ АГРОФИТОЦЕНОЗА ПОСЕВОВ ЯЧМЕНЯ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Баронова Вероника Александровна, аспирант кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, veronikabaronova38@gmail.com

Тимофеев Олег Витальевич, к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, o.timofeev@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе рассматривается влияние звена севооборота на количественный, качественный и видовой состав сорного компонента агрофитоценоза. Анализ полученных данных показал, что наиболее засоренным оказался вариант, на котором три года подряд возделывались зерновые культуры, увеличение засоренности в 2,7 раза по сравнению с вариантом, включающим в звено севооборота чистый пар.

Ключевые слова: сорные растения, звено севооборота, предшествующая культура.

Опытные данные были получены в производственных условиях в Тульской области. Рассматривалась засоренность полей ячменя пивоваренного. Звенья севооборота были различны для каждого поля севооборота. На двух из пяти изучаемых полей в звене использовался чистый пар, что можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1

Ротационная таблица

Номер поля	2022	2023	2024
ПЕ-2	Ячмень	Ячмень	Ячмень
КЮ-8	Пшеница озимая	Ячмень	Ячмень
КЮ-1	Ячмень	Пшеница озимая	Ячмень
МЕ-10	Пар	Пшеница озимая	Ячмень
ИН-5	Пар	Ячмень	Ячмень

Учет сорного компонента проводился количественно-весовым методом с помощью рамки 0,25 м² (50см*50см). Рамки накладывались в 10 точках по диагонали поля. В площади рамки учитывался количественный и видовой состав сорной растительности.

Учет проводился в два срока: в фазу кущения и через 30 дней после обработки гербицидом. Во втором учете проводился учет сырой и сухой массы сорняков, при котором наземная часть сорных растений по видам из рамки удалялись и путем взвешивания определялась их сырая масса, после этого сорняки высушивались в сушильном шкафу при температуре 95°C и определялась их сухая масса.

Помимо учета сорной растительности, был проведен учет густоты стояния. Данный учет проводился при наступлении основных фаз развития культуры с помощью наложения рамки размером 0,25 м².

Густота стояния посевов является одним из структурных элементов урожая. Помимо нее урожайность зерновых культур определяется количеством продуктивных стеблей, количеством зерен в колосе и массой 1000 семян. Однако именно густота имеет ключевое значение, так как определяет все перечисленные показатели.

Фактически густота стояния выражает количество растений, приходящихся на единицу площади. Данный показатель оказывает большое влияние на рост и развитие ячменя, а также его продуктивность. В случае загущения посевов растения зачастую полегают, а при недостаточной густоте начинают усиленно куститься и зарастают сорняками.

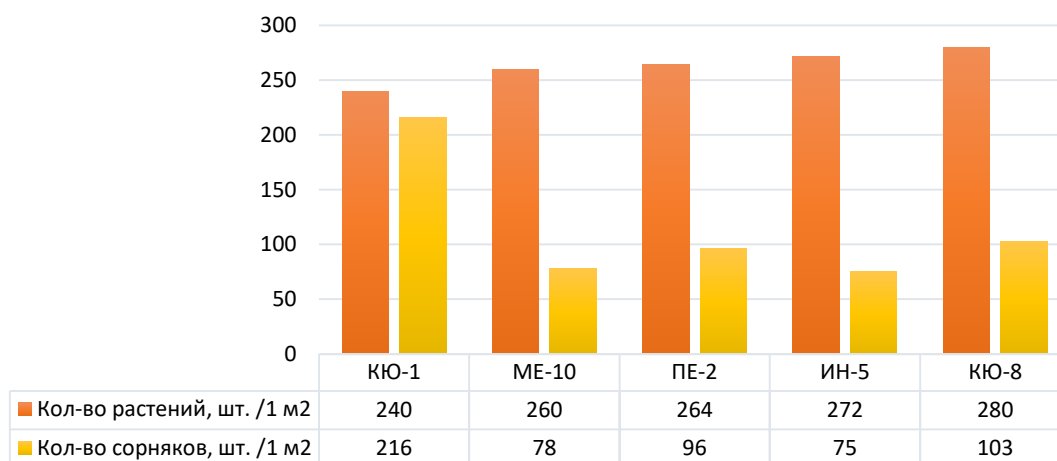


Рис. 1. Результаты учета густоты стояния посевов и их засоренность

Наименьшая густота стояния наблюдалась на поле КЮ-1, которое в то же время является самым засоренным из всех представленных, что подтверждает вышеупомянутое утверждение (рисунок 1).

Нормы высева ячменя пивоваренного составила 200 кг/га, при массе 1000 семян равной 45 грамм и посевной годности не ниже 85% (согласно ГОСТ Р 52325-2005 для семян, предназначенных для производства товарной продукции), густота стояния должна была находиться в районе 380-440 шт./м². Однако получившаяся густота стояния ниже расчетной. Объясняется это тем, что данный показатель зависит также от полевой всхожести, которая, как известно, ниже лабораторной. На полевую всхожесть влияют многие факторы: срок сева, глубина сева, качество обработки почвы, температура и влажность почвы в фазу от посева до всходов, поражение семян и всходов вредителями, болезнями и тд. Основными причинами низкой полевой всхожести в нашем случае стало увеличение глубины посева и недостаточное количество осадков после посева культуры.

Видовой состав сорных растений по изучаемым полям был представлен малолетними и многолетними сорными растениями практически в равном соотношении. В среднем на одно поле севооборота приходилось 65 шт./м² малолетних сорняков и 57 шт./м² многолетних. Наименее засоренными оказались поля с предшественником в виде чистого пара МЕ-10 и ИН-5. Результаты учета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Качественный состав сорной растительности по полям

Номер поля	Продолжительность жизни	Количество сорняков, шт./м ²	Сырая масса, г/м ²	Сухая масса, г/м ²
ПЕ-2	Малолетние	22	7,9	2,5
	Многолетние	74	185,7	52,5
КЮ-8	Малолетние	50	24,2	6,9
	Многолетние	53	190,4	42,2
КЮ-1	Малолетние	129	31,3	8,4
	Многолетние	87	253,8	62
МЕ-10	Малолетние	73	7,4	1,9
	Многолетние	5	38,4	8,8
ИН-5	Малолетние	31	1,6	0,5
	Многолетние	44	15,3	3,2

Количество сорных растений в большей степени зависело от предшественников и составляло на полях от 75 до 216 шт./м².

Масса сорных растений определялась прежде всего количеством многолетних сорняков и составляла в среднем 136,7 г/м², в то время как малолетних всего 13,89 г/м². Соответственно многолетние растения более вредоносны. Что связано с тем, что многолетние сорняки обладают более развитой корневой системой и устойчивостью к агротехническим мерам борьбы [2].

Наиболее урожайным оказалось поле МЕ-10, урожайность на данном поле составила 52,66 ц/га (таблица 3). Звено севооборота для данного поля пар-озимая пшеница-ячмень. Поле с минимальной урожайностью стало ПЕ-2, урожайность которого составила 35,62 ц/га, ячмень на данном поле возделывался три года подряд.

Таблица 3

Урожайность ячменя пивоваренного по полям

Номер поля	Урожайность ц/га
МЕ-10	52,66
ИН-5	44,88
КЮ-8	43,94
КЮ-1	39,44
ПЕ-2	35,62
НСР ₀₅	5,68

Лучшим звеном севооборота по снижению численности сорных растений и уровню урожайности оказались варианты, где в течение трех последних лет применялся чистый пар. Данный результат подтверждает то, что правильное чередование культур в севообороте способствует улучшению агрофизических свойств почвы и снижению засорённости [3].

Включение чистого пара в ротацию способствует значительному снижению количества как малолетних, так и многолетних сорняков. Это связано с тем, что паровая обработка почвы позволяет механически уничтожить сорные растения на разных стадиях их развития, а также снижает запас семян сорняков в почве [1].

Экономический порог вредоносности по многолетним сорным растениям превышен на всех полях, кроме МЕ-10. Самым засоренным оказалось поле КЮ-1, здесь засоренность многолетними сорняками превысила экономический порог в 17 раз. При высокой засорённости эффективность гербицидов снижается, а альтернативой становится грамотное построение севооборота [2].

Библиографический список

1. Борисова, Е.Е. Значение севооборота и предшественников в снижении засоренности сельскохозяйственных культур / Е. Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 6(37). – С. 13-21.

2. Баздырев, Г.И., Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. – М.: Изд-во МСХА, 1995.

3. Лошаков, В.Г. Влияние севооборота на засоренность посевов и агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы / В.Г. Лошаков, Ю.Д. Иванов, В.А. Николаев // Доклады ТСХА. - 2004. - Вып. 276. - С. 116-119.

УДК 631

ПРОДУКТИВНОСТЬ СТАРОСЕЯНЫХ ТРАВСТОЕВ НА 26-28 ГОДЫ ЖИЗНИ

Бойцова Анастасия Юрьевна, аспирант 4 курса Института агробиотехнологии, кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a-boytsova@internet.ru

Лазарев Николай Николаевич, д.с.-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nlazarev@rgau-msha.ru

Аннотация. В среднем за три года в вариантах без внесения азотных удобрений урожайность при двухукосном использовании изменяется от 3,44 до 4,01 т/га и при трехукосном – от 3,47 до 3,95 т/га сухого вещества. При разной кратности скашивания целесообразно сравнивать варианты по выходу обменной энергии, которая определяется на основе показателей химического состава трав.

Ключевые слова: злаковые и бобово-злаковые травостои, долголетие, выход обменной энергии, урожайность травостоев.

Введение. Старосеянные травостои – многолетние агрофитоценозы, которые сохраняют свою хозяйственную ценность на одном месте более десяти лет. При долголетнем использовании трав их продуктивность в поздний период жизни травостоев, а именно на 26–28 годы определяется комплексом факторов. К ним относятся: почвенно-климатические условия, исходный видовой состав, приёмы ухода за травостоями, система внесения удобрений, интенсивность скашивания и подсев многолетних трав.

Максимальная продуктивность многолетних трав достигается на 2–5 году жизни. Однако к 10–15 году жизни она снижается на 20–50% от пиковых значений, а к 25–30 году — может снизиться до 60–80%, особенно если не проводились мероприятия по уходу за травостоями [3]. Цель исследования – определить продуктивность старосеяных травостоев на 26–28 годы жизни.

Схема опыта и методика проведения исследования. Опыт был заложен на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 1996 году. В период с 2021 по 2023 годы были выполнены научные исследования по изучению продуктивного долголетия злаковой травосмеси из тимopheевки луговой и коостреца безостого, а также бобово-злаковых травосмесей и одновидовых посевов трав [1]. Травостои ежегодно скашивали по два и три раза. Злаковую травосмесь исследовали без применения удобрений и при внесении азота в дозе N90. В 2020 году был проведен подсев бобовых трав в дернину сеялкой прямого посева, при этом в вариантах с клевером подсеивали соответственно клевер луговой и клевер ползучий, а на делянках с люцерной – люцерну изменчивую. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. При закладке опыта в пахотном слое содержалось 2,2% гумуса, 460 мг/кг подвижного фосфора, 80 мг/кг обменного калия, рН_{KCl} составлял 6,3.

Грунтовые воды в опыте находились на глубине более 3 м. Площадь опытной делянки 25 м², повторность – четырехкратная.

Результаты и обсуждения. После проведения в 2020 году подсева бобовых трав в дернину, значительную долю (30-40%) во всех фитоценозах стал занимать клевер луговой, хотя его подсевали только в 5 и в 8-ом вариантах. Подсев люцерны оказался неэффективным, что обусловлено подкислением самого верхнего слоя почвы при длительной эксплуатации сенокоса [2].

В 2021 году урожайность варьировалась от 3,10 до 4,13 т/га сухой массы при трехкратном скашивании и от 3,37 до 3,90 т/га – при двухкратном (табл.1). Азотные удобрения не оказали положительного влияния на сбор корма, поскольку в злаковом травостое, под который вносили азот, также значительная доля приходилась на клевер луговой. В 2022 году урожайность травостоев возросла до 3,89-5,80 т/га причем 64,7-88,5% урожая обеспечил первый укос. Насколько старовозрастный травостой подвержен влиянию погодных условий показали исследования 2023 года. В условиях специфического распределения количества осадков и температуры в течение вегетационного периода 2023 года трехукосный режим скашивания превзошел двухукосный по урожайности в 1,4 раза. При обоих режимах скашивания максимальный урожай получен в варианте с азотным удобрением – 4,04 т/га при трехукосном использовании и 3,02 т/га сухой массы – при двухукосном.

Таблица 1

Урожайность травостоев в 2021-2023 гг., т/га сухого вещества
(верхняя цифра – двухукосное, нижняя – трехукосное использование)

Варианты	2021 г.	2022 г.	2023 г.	В среднем
1. Злаки без удобрений	3,74 3,63	5,24 4,55	2,12 3,03	3,70 3,74
2. Злаки +N ₉₀	4,37 4,07	5,80 5,70	3,02 4,04	4,40 4,60
3. Клевер ползучий	3,40 3,55	5,19 4,61	1,73 3,33	3,44 3,83
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	3,81 3,55	4,86 4,11	1,76 2,93	3,48 3,53
5. Клевер луговой	3,45 3,77	5,11 3,89	2,08 2,75	3,55 3,47
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	3,43 3,63	5,61 4,46	2,13 2,93	3,72 3,67
7. Клевер ползучий + злаки	3,90 3,39	4,87 4,38	2,41 3,57	3,73 3,78
8. Клевер луговой + злаки	3,39 4,13	5,10 4,55	2,21 3,06	3,57 3,91
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	3,46 3,82	5,47 4,46	2,57 3,56	3,83 3,95
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	3,37 3,10	5,36 4,43	2,49 3,29	3,74 3,61
НСР ₀₅ частных различий	0,18	0,47	0,42	
НСР ₀₅ режимов скашивания	0,12	0,33	0,30	
НСР ₀₅ травостоев	0,05	0,15	0,13	

В среднем за три года в вариантах без внесения азотных удобрений урожайность при двухукосном использовании изменяется от 3,44 до 4,01 т/га и при трехукосном – от 3,47 до 3,95 т/га сухого вещества (табл. 1). Для большинства вариантов различия между режимами скашивания были незначительными.

При внесении азотных удобрений оба режима скашивания обеспечивают максимальный урожай – соответственно 4,4 т/га при проведении двух укосов и 4,6 т/га – при трех. Лишь в варианте с клевером ползучим травостой с более частым трехкратным скашиванием дает на 0,39 т/га больше сухой массы, чем при двух укосах. В течение большей части периода эксплуатации травостоев доля клевера ползучего была более высокой именно при трехукосном использовании. Очевидно, здесь складывается более благоприятный азотный режим почвы для роста трав.

За три года исследования наблюдаем такую динамику по выходу обменной энергии (табл. 2): 2021 год занимает промежуточное положение и отражает стандартные условия по выходу обменной энергии; 2022 год выделяется максимальной продуктивностью почти для всех вариантов, в варианте злаки с удобрением выход обменной энергии составляет 58,45 ГДж/га при двухукосном режиме использования; 2023 год показывает резкое снижение продуктивности клевер ползучий: 17,42 ГДж/га против 52,19 ГДж/га в 2022 году. Такая разница возможна из-за дефицита влаги.

Двухукосный режим использования по средним значениям за три года ниже, чем трехукосный режим для некоторых вариантов, например, злаки + удобрение 44,29 ГДж/га против 48,73 ГДж/га. Трехукосный режим обеспечил стабильные показатели в 2023 году, вариант злаки + удобрение по выходу обменной энергии обеспечил получение 42,84 ГДж/га против 30,26 ГДж/га при скашивании два раза за сезон.

Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 дала максимальную продуктивность в 2022 году 56,29 ГДж/га, но произошел резкий спад в 2023 году выхода обменной энергии до 21,22 ГДж/га.

За длительный период использования травы адаптируются к различным режимам скашивания, и в среднем за 26-28-ой годы жизни дают практически одинаковые урожаи. Значительного влияния последствий различных видов трав и травосмесей на урожайность не отмечается. Контрольный вариант со злаками существенно не отличается от травостоев с участием бобовых компонентов, хотя следует указать, что в его составе в отдельные годы до 35% занимал клевер ползучий и клевер луговой.

Различия в урожаях за предыдущий период использования агрофитоценозов по вариантам опыта несомненно оказывают влияние на вынос элементов питания из почвы, а он был значительно более высоким в вариантах с бобовыми травами, а также с внесением азотных удобрений. Без дополнительного внесения удобрений баланс фосфора и калия может быть более дефицитным в вариантах с более высокими урожаями.

Таблица 2

Выход обменной энергии с урожаем трав в 2021-2023 гг., ГДж с 1 га

Вариант	2021	2022	2023	Среднее
Двухукосное использование				
1. Злаки без удобрений	37,76	52,85	21,31	37,31
2. Злаки + N90	44,15	58,45	30,26	44,29
3. Клевер ползучий	34,16	52,19	17,42	34,59
4. Люцерна изменчивая Селена	38,21	48,67	17,6	34,83
5. Клевер луговой	34,87	51,55	20,88	35,77
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	34,55	56,29	21,22	37,35
7. Клевер ползучий + злаки	39,25	48,93	24,11	37,43

8. Клевер луговой + злаки	34,14	51,23	22,18	35,85
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	35,04	55,42	25,92	38,79
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	33,8	53,6	24,79	37,40
Трехукосное использование				
1. Злаки без удобрений	38,55	48,07	32,11	39,58
2. Злаки + N90	43,04	60,32	42,84	48,73
3. Клевер ползучий	37,36	49,16	35,18	40,57
4. Люцерна изменчивая Селена	37,25	43,26	31,14	37,22
5. Клевер луговой	39,71	40,95	29,2	36,62
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	38,43	46,27	31,18	38,63
7. Клевер ползучий + злаки	35,62	46,11	38,06	39,93
8. Клевер луговой + злаки	43,54	48,12	32,83	41,50
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	40,14	48,17	37,69	42,00
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	32,54	46,36	34,76	37,89

В тоже время люцерна и клевер луговой, благодаря глубокой стержневой корневой системе, может обеспечивать биологическое накопление элементов питания в верхнем пахотном слое почвы.

При разной кратности скашивания целесообразно сравнивать варианты по выходу обменной энергии, которая определяется на основе показателей химического состава трав.

Библиографический список:

1. Куренкова, Е. М. Изменение ботанического состава трехукосных травостоев при длительном использовании / Е. М. Куренкова, А. Ю. Бойцова // Аграрная наука – 2022: материалы Всерос. конф. молодых исследователей. — Москва, 2022. — С. 672–675.
2. Лазарев, Н. Н. Урожайность сенокосных травостоев при долголетнем использовании / Н. Н. Лазарев, А. Ю. Бойцова // Междунар. науч. конф. молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева: сборник статей. — Москва, 2023. — С. 200–203.
3. Методические рекомендации по повышению продуктивности многолетних травостоев / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. — Москва: [б. и.], 2015. — 64 с.

УДК 631.816.23:631.445.21:633

РОЛЬ СПОСОБА И ГЛУБИНЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В НАКОПЛЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ОПТИМИЗАЦИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ЦРНЗ РФ

Воронов Михаил Александрович, аспирант кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, m.voronov@rgau-msha.ru

Матюк Николай Сергеевич, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nmatyuk@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследования установили, что в условиях ЦРНЗ РФ на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, применение возобновляемых источников

органического вещества способствует стабилизации агрофизических показателей плодородия в зернопропашном севообороте. Установлено, что способ и глубина заделки растительных остатков существенно влияют на процессы трансформации органического вещества и доступность элементов питания для сельскохозяйственных культур. Оптимизация этих параметров обеспечивает поддержание баланса гумуса и основных питательных веществ в почве, что положительно сказывается на продуктивности севооборота.

Ключевые слова: органическое вещество, агрофизические показатели, плотность, плодородие, растительные остатки, гумус

Основной причиной снижения плодородия дерново-подзолистых почв является уменьшение содержания и запасов органического углерода, сопровождающееся интенсивной минерализацией его ценных соединений. Данный процесс усугубляется возрастающей техногенной нагрузкой на почвенный покров вследствие эксплуатации сельскохозяйственной техники, а также изменением структуры посевных площадей в сторону увеличения доли высокоинтенсивных пропашных культур. Особенно выраженная деградация наблюдается при несбалансированном минеральном питании растений [1].

В связи с этим особую научную и практическую значимость приобретают исследования процессов трансформации органического вещества в почвах, направленные на разработку методов регулирования скорости его разложения посредством оптимизации способов и глубины заделки органических материалов [2]. Это позволит обеспечить бездефицитный баланс гумуса, усовершенствовать приемы обработки дерново-подзолистых почв, а также разработать стратегии их рационального использования с целью сохранения и повышения плодородия в конкретных почвенно-климатических условиях [3].

Наши исследования проводились в 2020-2023 гг. на опытном поле Полевой станции РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Объектами исследования являлись озимая пшеница с пожнивным посевом сидерата (горчица белая) и картофель, возделываемые в севообороте: вико-овсяная смесь на з/к – озимая пшеница + горчица белая на сидерат – картофель – ячмень. В данном опыте также изучали две системы основной обработки почвы – отвальная (ежегодная вспашка на глубину 20-22 см) и минимальная (фрезерная обработка на глубину 10-12 см).

При возделывании озимой пшеницы дополнительно проводили азотные подкормки в двух вариантах:

1. однократное внесение азота в дозе 70 кг д.в./га в фазе возобновления весенней вегетации;
2. дробное внесение по схеме 70+70 кг д.в./га с разделением на два срока: первое внесение - при возобновлении вегетации, второе - в фазу начала колошения.

Результаты исследований показали, что из культур, представленных в севообороте наибольшее поступление органических остатков произошло за счёт внесения в почву побочной продукции в виде соломы и поживно-корневых остатков озимой пшеницы (12,19 т/га) с последующим посевом горчицы белой на сидерат, которое составило 2,48 т/га т/га при отвальной и 13,79 т/га и 1,76 т/га соответственно при минимальной обработке. В сумме поступление органического вещества от общего процента биомассы составило 44,9% при традиционной отвальной обработке и 49,1% при минимализации обработки.

Способ обработки почвы также существенно влиял на накопление органического вещества. Установлено, что при традиционной отвальной обработке суммарное количество сухого вещества достигает 33,29 т/га, в то время как при минимальной обработке его содержание снижается до 31,9 т/га.

Анализ структуры поступления органического вещества показал неравномерное распределение по источникам: основная доля (57-61%) поступала с побочной продукцией сельскохозяйственных культур, тогда как на корневые остатки приходилось 29-31%, а на

поукосные и пожнивные остатки - лишь 8-14% от общего количества (рис.1).

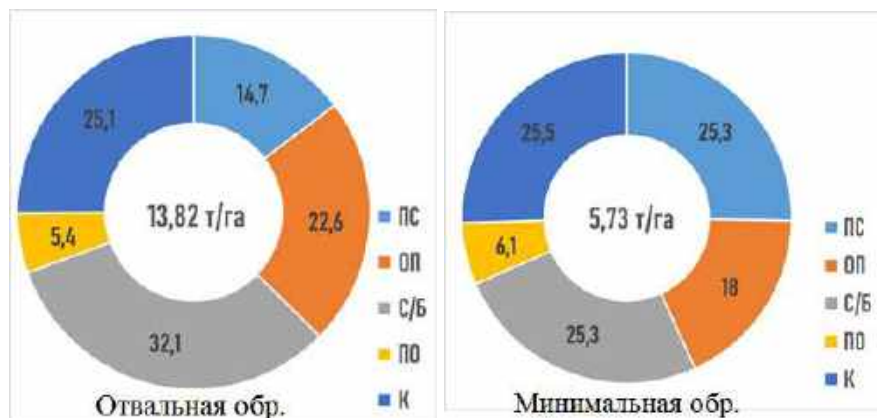


Рис. 1 Структура компонентов агробиоценоза озимой пшеницы и пожнивного сидерата (% от общей биомассы сухого вещества) при разных дозах азотной подкормки при отвальной и минимальной обработках (ПС –пожнивной сидерат; ОП – основная продукция; С/Б – стерня; ПО – поукосные остатки; К – корневые остатки)

Системы обработки почвы значительно влияли на продуктивность озимой пшеницы и характер распределения органического вещества. Традиционная отвальная обработка способствовала увеличению общей фитомассы культуры на 1,6 т/га (13%), включая прирост массы соломы на 0,76 т/га (11%) и пожнивно-корневых остатков на 0,84 т/га (16,1%). Анализ структуры органического вещества показал преобладание побочной продукции (56-57%) в общем урожае фитомассы, тогда как доля стерневых остатков составляла 9-11%, а корневой системы - 32-33%. Установлено, что вклад озимой пшеницы в формирование запасов органических остатков в севообороте достигал 36,6%.

Применение технологии прямого посева с сохранением соломы ячменя приводило к изменению пространственного распределения корневой системы озимой пшеницы - 78% ее массы концентрировалось в поверхностном (0-10 см) слое почвы. Такое распределение корней, наряду с повышенной плотностью сложения почвы, ограничивало доступность элементов питания для растений.

При возделывании картофеля глубокая заделка соломы озимой пшеницы (6,97 т/га) и пожнивного сидерата (2,03 т/га) в сочетании с минеральными удобрениями ($N_{100}P_{100}K_{100}$) замедляла минерализацию органики, обеспечивая постепенное высвобождение питательных элементов. Это способствовало формированию общей биомассы 10,37 т/га с распределением: клубни (45,1%), ботва (38,4%), послеуборочные остатки (16,5%). Альтернативный вариант с мульчированием и фрезерной обработкой (14-16 см) ускорял разложение органических остатков, увеличивая общую биомассу на 1,06 т/га и изменяя её структуру: доля клубней возрасла до 48,9% при снижении ботвы до 41,6% и корневых остатков до 9,5%.

Использование органических остатков с минеральными удобрениями при разных системах обработки обеспечивало накопление органического вещества: 8,32 т/га (отвальная вспашка) и 7,91 т/га (комбинированная система). Глубина заделки и способ обработки органики существенно влияли на её разложение, доступность питательных элементов и продуктивность севооборота.

В рамках исследования также изучалось влияние глубины и способа заделки растительных остатков сидеральных культур на динамику плотности сложения почвенного профиля. Наблюдения проводились поэтапно: в период проведения основной обработки почвы и на стадии её предпосевной подготовки.

Результаты исследований выявили значимое воздействие различных систем обработки на плотность сложения почвы. Применение традиционной отвальной обработки обеспечивало оптимальное рыхлое состояние пахотного горизонта (1,14-1,21 г/см³)

непосредственно после проведения обработок. Однако в ходе вегетационного периода однолетних трав и озимой пшеницы отмечалось прогрессирующее увеличение плотности до равновесных показателей (1,30-1,35 г/см³), что обусловлено комплексным влиянием гравитационных сил и атмосферных осадков (таблица 1).

Технология прямого посева с сохранением растительных остатков обусловила специфическую динамику плотности почвы. В пахотном слое 0-10 см плотность (1,22-1,27 г/см³) превышала показатели при отвальной обработке, достигая 1,33-1,35 г/см³ к уборке. В подпахотном горизонте (20-30 см) колебания были менее выражены: от 1,28-1,30 г/см³ (травы) до 1,20-1,24 г/см³ (начало вегетации озимой пшеницы) благодаря корневому рыхлению. К уборке плотность стабилизировалась на 1,34-1,37 г/см³ (таблица 1).

Таблица 1

Динамика изменения плотности при разных по интенсивности системах обработки при возделывании однолетних трав и озимой пшеницы, г/см³

Вариант обработки	Слой почвы, см	Однолетние травы, 2020 г.		Озимая пшеница, 2021 г.				
		Н	К	До	ПО	Н	С	К
Традиционная	0-10	1,18	1,28	1,32	1,06	1,20	1,28	1,33
	10-20	1,24	1,30	1,34	1,22	1,32	1,31	1,37
	20-30	1,30	1,35	1,38	1,28	1,34	1,37	1,40
	0-20	1,21	1,29	1,33	1,14	1,26	1,30	1,35
	0-30	1,26	1,32	1,36	1,21	1,30	1,34	1,38
Прямой посев	0-10	1,25	1,27	1,28	1,24	1,20	1,32	1,35
	10-20	1,32	1,33	1,35	1,28	1,24	1,35	1,39
	20-30	1,34	1,38	1,40	1,35	1,36	1,40	1,42
	0-20	1,28	1,30	1,32	1,26	1,22	1,34	1,37
	0-30	1,31	1,38	1,36	1,30	1,29	1,37	1,40

Результаты исследований показали, что различные системы обработки почвы обеспечивают формирование оптимальных агрофизических условий для возделывания картофеля. Применение отвальной обработки (зяблевая вспашка на 20-22 см с последующим фрезерованием на 14-16 см) способствовало преимущественному накоплению органических остатков в верхнем 0-10 см слое (70,5%) с постепенным увеличением плотности от 1,08 г/см³ в начале вегетации до 1,30-1,32 г/см³ к ее окончанию. Минимальная обработка (дискование 10-12 см осенью и фрезерование 10-12 см весной) обеспечивала более равномерное распределение органического вещества по профилю (50,6% в 0-10 см и 41,4% в 10-20 см слоях) с поддержанием плотности в диапазоне 1,18-1,25 г/см³ (таблица 2).

При этом статистически значимых различий в плотности пахотного слоя между изучаемыми системами обработки не выявлено - показатели находились в оптимальном для картофеля диапазоне (1,24-1,26 г/см³). Установлено, что вне зависимости от способа заделки растительных остатков (солома озимой пшеницы и пожнивный сидерат горчицы) формировалось благоприятное сложение почвы на всех этапах вегетации культуры (таблица 2).

Таблица 2

Динамика изменения плотности при разных по интенсивности приемах обработки при возделывании картофеля и ячменя, г/см³

Вариант обработки	Слой почвы, см	Картофель, 2022 г.				Ячмень, 2023 г.		
		До	Н	С	К	Н	С	К
Отвальная	0-10	1,34	1,05	1,28	1,30	1,23	1,31	1,30

	10-20	1,36	1,12	1,32	1,34	1,31	1,34	1,33
	20-30	1,41	1,35	1,36	1,37	1,40	1,45	1,43
	0-20	1,35	1,08	1,30	1,32	1,27	1,32	1,32
	0-30	1,38	1,20	1,34	1,34	1,34	1,38	1,38
Минимальная	0-10	1,36	1,18	1,20	1,26	1,19	1,25	1,26
	10-20	1,40	1,20	1,38	1,37	1,28	1,35	1,36
	20-30	1,44	1,36	1,42	1,41	1,38	1,39	1,40
	0-20	1,38	1,19	1,29	1,32	1,24	1,30	1,32
	0-30	1,41	1,28	1,36	1,36	1,31	1,34	1,38

Сравнительные исследования выявили, что минимальная обработка почвы (3 приёма за ротацию) снижает плотность поверхностного слоя на 0,04-0,06 г/см³ по сравнению с традиционной системой (10 приёмов), что объясняется сохранением естественной структуры почвы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что совместное применение органических остатков, минеральных удобрений и различных систем обработки почвы обеспечивает накопление органического вещества, причём глубина заделки и технология обработки существенно влияют на разложение остатков, доступность питательных элементов и продуктивность севооборота. Также минимальная обработка снижает плотность верхнего слоя почвы за счёт сохранения её естественной структуры, тогда как интенсивная обработка приводит к распылению и уплотнению горизонта из-за многократного механического воздействия.

Библиографический список

1. Сычев, В. Г. Диагностика минерального питания полевых культур и определение потребности в удобрениях / В. Г. Сычев, С. А. Шафран, Т. М. Духанина; Федеральное агентство научных организаций, Российская академия наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский ин-т агрохимии им. Д. Н. Прянишникова. — Москва: ВНИИА, 2017. — 220 с.
2. Матюк, Н. С. Динамика изменения содержания органического вещества при разноглубинной заделке сидерата и соломы / Н. С. Матюк, Л. И. Коткова, Н. В. Малахов. — Доклады ТСХА Материалы международной научной конференции, 2018. — 56-58 с.
3. Матюк, Н.С. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений / Н.С. Матюк, В.Д. Полин, В.А. Николаев. — Владимирский земледелец, 2015. — 2 (72). — 12-14 с.

УДК 632.935.43

РОСТ И РАЗВИТИЕ РЯДА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Вятчинов Алексей Алексеевич, аспирант ФГБНУ ВНИИФ Vyatchinov.l@yandex.ru

Мельникова Виолетта Александровна, технолог ФГБНУ ВНИИФ

Сметанина Татьяна Ивановна, научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ

Кузнецова Мария Алексеевна, к.б.н., зав. отделом болезней картофеля и овощных культур ФГБНУ ВНИИФ

Аннотация: Применение света различного спектрального состава при выращивании возбудителей болезней растений на искусственных средах оказывает существенное влияние

Ключевые слова: свет, спектр, защищенный грунт, фитопатогены, фитофтороз.

Применяющиеся технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях защищенного грунта повышают риск возникновения очагов инфекции, которая, в свою очередь, быстро развивается и распространяется по тепличным комплексам [1]. Ситуация усугубляется в том числе стремлением производителей сократить издержки на применение средств защиты растений. В ряде литературных источников описываются способы успешной борьбы с фитопатогенами с использованием света различных длин волн, который подавляет развитие мицелия и спор грибов [2]. Все эти исследования выполнены в различающихся условиях с применением различных методик, что делает малосравнимыми между собой полученные результаты.

Для исследования влияния света на рост и развитие фитопатогенов была разработана единая методика проведения исследований, что позволяет составить достоверную сравнительную таблицу результатов.

Для моделирования условий защищенного грунта с источниками искусственного освещения была выбрана трехкамерная установка ФОТОН (АВТех, РФ), оборудованная управляемыми светодиодными светильниками [3].

Были проведены опыты со следующими культурами возбудителей болезней растений: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Alternaria alternata* (Keissler), *Colletotrichum coccodes* (Berk. Et Br.) Taub.), *Rhizoctonia solani* (Kiihn), *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc.

Варианты опытов отличались между собой параметрами освещения исследуемой культур. Для варианта R100 был установлен круглосуточный режим освещения красным светом 649-665 нм по полувысоте пика на 100% мощности работы установки. Для варианта B100 источник освещения был настроен на круглосуточную работу в диапазоне 436-453 нм по полувысоте пика при 100% мощности, цвет освещения – синий. В варианте W100 круглосуточно использовался источник белого света с широким спектром в диапазонах 436-454 нм и 538-642 нм по полувысоте пика на максимальной мощности. В следующих вариантах опыта использовались светодиоды красного и синего света, описанные выше (649-665 нм и 436-453 нм по полувысоте пика) на 100% мощности. В варианте RB100 фитопатогены освещались одновременно красным и синим светом круглосуточно. В варианте RB/12 красный и синий свет сменялись через каждые 12 часов, а в варианте RB/4 – каждые четыре часа. В качестве контрольных вариантов были выбраны режимы освещения без использования установки ФОТОН. В варианте Кс культуры фитопатогенов находились в световых условиях, соответствующих условиям освещения лаборатории, а в варианте Кт изолировались от любых источников света.

По результатам проведенных опытов было выявлено существенное влияние света на характер и скорость роста мицелия исследованных культур. Так, воздействие света на *P. infestans* приводит к угнетению, что проявляется в снижении темпов роста мицелия, наибольший эффект вызван воздействием синего света. Воздействие света красного цвета на рост и развитие данного патогена не влияет. Установлено, что рост культуры *A. alternata* стимулируется при воздействии света, независимо от выбранного спектра. Красный и белый свет оказывают слабое стимулирующее влияние на рост *C. coccodes*, при использовании сложных спектров и чередовании красного и синего света в течение суток не наблюдается значимых отличий в росте у *C. coccodes*, однако отмечаются визуальные отличия в характере роста мицелия: изменение освещения способствует образованию выраженных концентрических колец на поверхности. Синий свет существенно стимулирует рост *F. culmorum*. Красный свет стимулирует рост *R. solani* (таблица 1).

Таблица 1

Диаметр разрастания мицелия фитопатогенов, мм.

Вариант\ культура	<i>P. infestans</i>	<i>A. alternata</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>C. coccodes</i>	<i>R. solani</i>
R100	29,44	29,86	53,33	32,75	42,25
B100	6	35,43	70	26,25	27,75
W100	17,75	33,29	56,33	31,5	30
RB100	19	39,75	-	19	29,75
RB/12	-	37,25	-	22	33,25
RB/4	-	36	-	21,75	27
Кс	29,38	25,43	40	23	32,75
Кт	30	26,33	32,5	21,5	27,25
НСР05	6,91	2,74	14,47	4,14	3,48

Результаты исследования показывают, что параметры освещения существенно влияют на рост и развитие фитопатогенов. Характер действия на культуру определяется спектральным составом света и видовой принадлежностью культуры. В зависимости от потребностей, модифицированное освещение может применяться как для стимуляции роста мицелия грибов, так и для его угнетения.

Библиографический список

1. Мучкин, И.П. Анализ факторов риска распространения фитопатогенов сельскохозяйственных культур / И. П. Мучкин, И. С. Ефремова, Е. Я. Мучкина // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 2(56). – DOI 10.51419/202132236. – EDN GEOSFP.
2. Carvalho S.D. Influence of Light on Plant–Phyllosphere Interaction / S. D. Carvalho, J. A. Castillo. – Текст : электронный // Front. Plant Sci. – 2018. – № 9. 1482. – DOI 10.3389/fpls.2018.01482.
3. Волков А.В. Установка «Фотон» – это новые возможности в Агрофотонике / А.В. Волков. – Текст : электронный // Сборник докладов 5-й Международной конференции "Арктика - 2020. Арктика: шельфовые проекты и устойчивое развитие регионов". – Москва : ТПП РФ, 2020. . – С. 36-37.

УДК 633.491

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ НА БАЗЕ ООО «СПК ИМЕНИ ЛЕНИНА» И АО «ОЗЕРЫ» МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Губин Егор Анатольевич, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева geogubin1997@yandex.ru .

Шитикова Александра Васильевна, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Аннотация: В данной статье представлены вводные данные, по месту исследования, объекты и предметы исследования, а также основные цели и задачи необходимые к выполнению на базе двух агропредприятий ООО «СПК имени Ленина» (Московская область, Луховицкий район) и АО «Озеры» (Московская область, Озерский район).

Ключевые слова: Картофель, цифровизация, «Робополе», орошение, интернет вещей, N tester, ГИС (геоинформационная система), дашборд (информационная панель).

Внедрение цифровых сервисов в агропромышленный комплекс (АПК) играет ключевую роль в повышении эффективности управления, оптимизации производственных процессов и устойчивом развитии отрасли [1]. Цифровые технологии, такие как системы

точного земледелия, автоматизированный мониторинг, Интернет вещей (IoT), большие данные и искусственный интеллект, позволяют аграрным предприятиям улучшать качество принятия решений, снижать издержки и повышать урожайность [2]. Данная работа, основанная на научных методах, соответствует современному состоянию и перспективам развития агрономии и может быть использована в производственных масштабах. Она несет прикладной характер, будучи востребованной в реальном секторе.

Цель исследования:

Сравнить два сорта картофеля: Сатурна и Евпатий первого полевого поколения на базе агропредприятия АО «Озеры» с применением наземных оборудования и космических снимков по фенофазам растений. Сравнить урожайность с применением полива и без на продовольственном картофеле сорта Гала на базе агропредприятия ООО «СПК имени Ленина». Оцифровать полученные данные с применением цифрового сервиса «РобоПоле».

Материалы и методы: исследования проведутся при помощи космоснимков платформы Sentinel [3]. Также в процессе планируется к использованию ручной фотометр «Яра», прибор для измерения эмиссии газа из почвы и лаборатория с реактивами. Полученные данные частично оцифруем в цифровую ГИС (геоинформационную платформу) «Робополе» с инструментами для создания дашбордов (информационные панели), почвенная метеостанция для оценки остаточной и актуальной влаги по слоям почвы от 10-30 см.

Описание базовой технологии мониторинга почвы. Портативный фотометр Yara N-Tester. N-Tester - это портативный инструмент, который помогает быстро и легко измерить уровень поглощения азота культурой для определения ее точной потребности. Это позволяет быстро получить конкретные рекомендации для полей, которые помогут вам определить точные нормы внесения удобрений на вегетационный период. Это, в свою очередь, влияет на точность рекомендаций, повышает рентабельность и минимизирует воздействие на окружающую среду. Было проведено несколько полевых исследований для оценки преимуществ использования N-Tester для точного внесения азотных удобрений. Добавление нужного количества азота к урожаю помогает повысить урожайность и качество картофеля. Обеспечение соответствия содержания крахмала в клубне требованиям покупателей может оказать значительное влияние на рентабельность урожая [4].

Специфика работы N-Tester. N-тест работает путем измерения содержания хлорофилла в листьях, который влияет на содержание азота в растении. Точка измерения располагается в середине первого истинного листа. Тридцать случайных измерений в поле в соответствии с обычной схемой "W" дают среднее значение, которое используется для определения количества азота, необходимого растению. Рекомендация к применению возможна только в том случае, если другие элементы питания не ограничивают рост растения.[5]

Измерения N-теста сильно зависят от различных растений и стадии роста. Поэтому измерения прибора должны быть откалиброваны с учетом названных факторов.

Почвенная станция Kaipos: назначение и применение. Почвенная станция Kaipos — это автономный агрометеорологический сенсор, устанавливаемый непосредственно на поле. Она предназначена для:

- мониторинга влажности почвы на разных глубинах,
- измерения температуры почвы и воздуха,
- отслеживания осадков, солнечной радиации, влажности воздуха и других параметров, важных для растениеводства.

Станция работает на солнечной энергии и передаёт данные в реальном времени через GSM или LoRa-сеть. Для отслеживания данных произвели подключение по API к онлайн-платформе Kaipos, благодаря чему получили текущие показания влажности, температуры, осадков, солнечной радиации, прогноз погоды с учетом локальных условий и рекомендации по поливу или защите растений, и в итоге смогли построить графики наиболее важных

параметров для агронома, которые он применяет в своем анализе при выращивании культуры.

Для примера, агроном сможет применять полученные данные при следующих ситуациях:

- Орошение: автоматизированные рекомендации по поливу на основе фактической влажности почвы;
- Выбор времени обработки: оценка доступности техники (по состоянию почвы);
- Ранняя диагностика: обнаружение водного стресса до появления визуальных признаков;
- Анализ урожайности: сопоставление данных о почвенных условиях с результатами сбора урожая.

Для понимания, преимущества применения почвенных станций относительно их отсутствия могут быть в следующем:

- Уменьшение расхода воды и удобрений;
- Повышение урожайности за счёт своевременных действий;
- Снижение затрат на мониторинг.

Робополе. «Робополе» - российская геоинформационная система (ГИС), разработанная для агропредприятий с целью мониторинга и управления полевыми работами, анализа урожайности, контроля техники и поддержки агрономических, экономических, а также управленческих решений. Программа входит в состав экосистемы цифрового сельского хозяйства и активно применяется как в крупных холдингах, так и в средних фермерских хозяйствах.

Результаты и обсуждение. 1. Закладка опыта с Чипсовыми сортами евпатий и сатурна ПП1. Сравнение при выращивании с помощью наземных, космических и лабораторных оборудований.

В связи с тем, что опыт в АО «Озеры» планируется заложить в первых числах июня 2025 года, результаты получим только с первых всходов. Закладка опыта осуществлялась в Московской области, Коломенского городского округа, Озерского района. Схема указана на рис. 1. Пояснение к схеме: общая площадь 3,1 га, длинна грядки 500 м, междурядье 0,75 м, густота посадки 60 тысяч штук/га, всего ряду 82 (ярус1 и Ярус 2 по 41 ряду), каждый 6 ряд – технологическая колей (отмечена красным цветом на схеме).

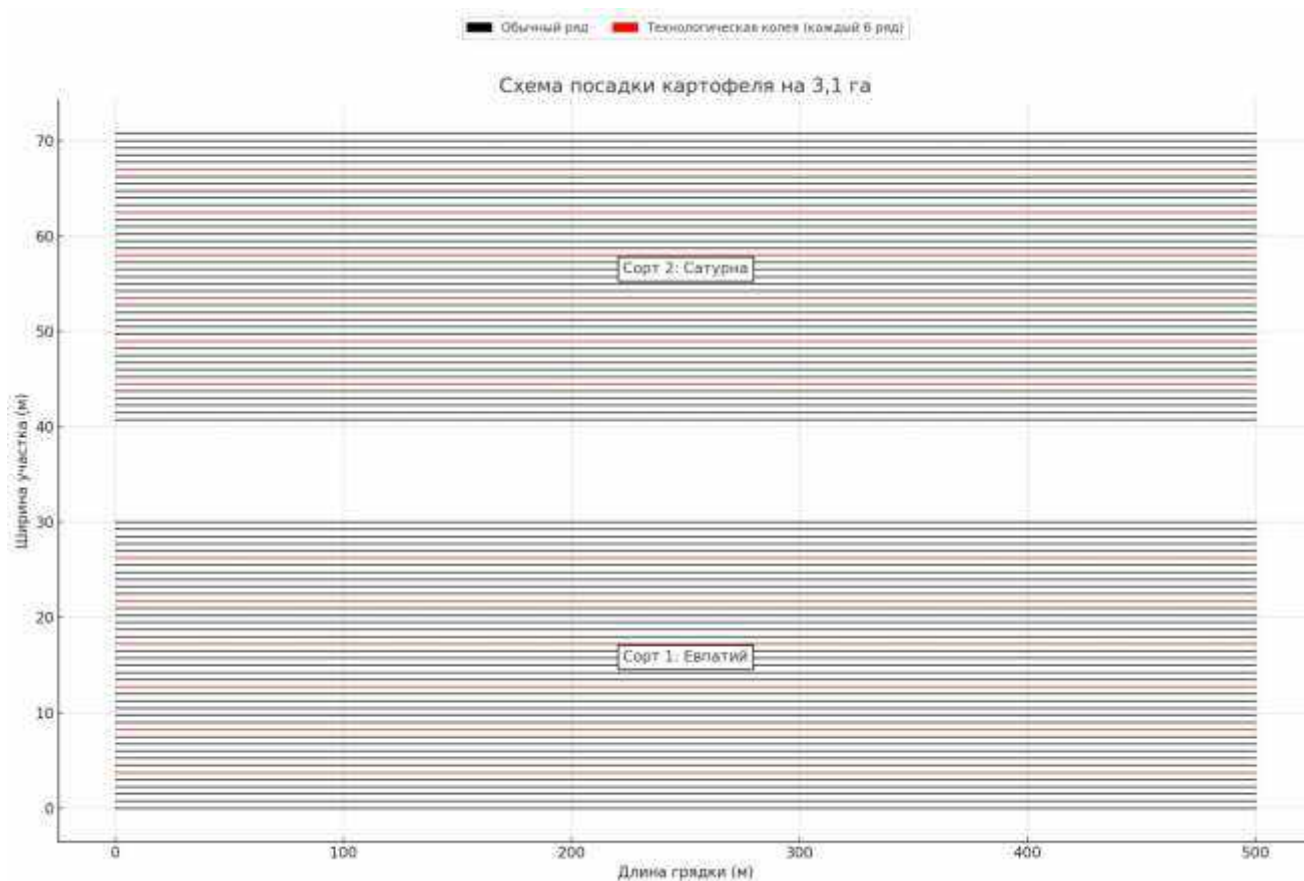


Рис. 1 Схема расположения двух сортов: сатурна и евплатий.

2. Посадка продовольственного картофеля сорта Гала. Сравнение результатов урожая 2025 года с поливом и 2023 год без полива.

Картофель посадили в конце мая, результаты также получим только с первых всходов. Технология – 75 см, норма посадки 2600 т/га, площадь 73,4 га, технология выращивания совпадает, кроме как в один год выращивали без полива, в другой год с поливом. Необходимо подсчитать и сравнить урожайность.

3. Применение онлайн сервиса Робополе для оптимизации работы специалистов предприятия ООО «СПК имени Ленина».

Оцифровка данных агронома, фактических путевых листов трактористов, готовых данных для экономистов и бухгалтера с целью подсчета необходимых параметров для подсчета себестоимости работ.

Библиографический список

1. Коломейченко А. С. Информационное обеспечение процессов управления в АПК // Молодой ученый. 2017. № 15.1. (149.1). С. 10–12.
2. Позубенкова Э. И. Цифровизация сельского хозяйства // Сурский вестник. 2020. № 2 (10). С. 75–78.
3. Бычков И.В., О классификации космических снимков Sentinel-2 нейронной сетью ResNet-50 // Компьютерная оптика. – 2023. – Т. 47, № 3. – С. 474-481. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1216.
4. Щуклина О.А. Влияние дифференцированного внесения азотных удобрений на урожайность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Снегирь. Овощи России. 2022;(1):93-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1- 93-97>
5. Трубников Ю.Н., Шпедт А.А., Соломенникова Ю.Н. Фотометрическая экспресс-диагностика азотного питания растений // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 165–172. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-165-172.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ IN VITRO *TYRHULA* SP. (PERS.) FR.

Демидова Алена Павловна, аспирант кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a.demidova@rgau-msha.ru

Аннотация: Представлены результаты лабораторных исследований по оптимизации условий культивирования фитопатогенных грибов рода *Typhula* sp. (Pers.) Fr. Полученные данные имеют значение для создания искусственного инфекционного фона, разработки методов идентификации и скрининга средств защиты растений от снежной плесени.

Ключевые слова: *Typhula*, снежная плесень злаковых, фитопатогенные грибы, режимы культивирования микромицетов, питательные среды.

Род *Typhula* sp. (Pers.) Fr. включает виды-возбудители снежной плесени, наносящие значительный ущерб озимым культурам в условиях умеренного и холодного климата [1]. В условиях России злаковым культурам и газонным травам наибольший вред причиняют виды *T. incarnata* Lasch: Fr. и *T. ishikariensis* S. Imai [2]. Несмотря на значительный вред, наносимый сельскому хозяйству, ряд вопросов, касающихся этого патогена, изучены недостаточно, в частности, культивирование этих фитопатогенов в искусственных условиях [3], что необходимо, например, для создания искусственного инфекционного фона, разработки методов идентификации возбудителей и скрининга средств защиты растений от снежной плесени (тифулёза).

Цель исследования - выявление оптимальных условий для культивирования представителей грибов рода *Typhula* на искусственных питательных средах.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2024 г. на базе кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и лаборатории защиты растений ГБС имени Н.В. Цицина РАН.

Объектами служили 30 изолятов *T. incarnata* и 30 изолятов *T. ishikariensis*, выделенные из пораженных растений с полей озимой пшеницы и злаков спортивных газонов в Московской области (МО) (городские округа Мытищи, Одинцово и Красногорск) и в Можайском районе Западного административного округа города Москвы.

Снежный покров в Москве и МО в холодном сезоне 2023-2024 гг. максимально достигал высоты 70 см (19.02.2024 г.), он формировался в результате мощных снегопадов. Средние зимние температуры воздуха составляли: -6,4 °С. В январе среднемесячная температура (-9,9 °С) превысила среднемноголетние наблюдения (-6,2 °С), минимальная температура зимы отмечалась 4-го января (-24,9 °С) [3].

Инфекционный материал (склероции) собирали в конце марта-начале апреля и хранили в холодильной камере (Sanio Medicoool, Япония), поддерживая температуру + 10°С. Введение в чистую культуру проводили на 2-4 день после сбора в полях на картофельно-глюкозный агар (КГА) и готовую среду Чапека-Докса (Agar CZAPEK- DOX), автоклавированные при 1,1 атм. (121 °С).

Культивирование изолятов грибов проводили при разных температурах: +2, +5, +10 и +15°С, влажность 85-90%, в темноте. Измерение диаметра колоний (мм) выполняли ежедневно в течение 14 суток. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Excel.

Результаты и обсуждение. Грибы рода *Typhula* являются криофильными возбудителями серой снежной плесени, вызывающие поражение зимующих растений в

осенне-весенний период [4]. В летний период они сохраняются на растительных остатках и поверхности почвы в виде склероциев. Виды рода *Typhula* различаются по виду склероциев. Склероции *T. incarnata* приближены к шаровидной форме, незначительно уплощенные, красно- или темнобурые, в диаметре 0,5-3,0 мм, а у *T. ishikariensis* – более мелкие, округлые, черно-коричневые, в диаметре 0,5-1,5 мм.

Большинство отобранных нами склероциев оказались жизнеспособными и начали формировать плотный, воздушный, с характерной войлочной консистенцией, мицелий. Пигментация варьировала от белого до светло-бежевого цвета. Полученные колонии по внешнему виду отличались цветом: *T. incarnata* – оранжевые, у *T. ishikariensis* – темно-коричневые (рис.1).

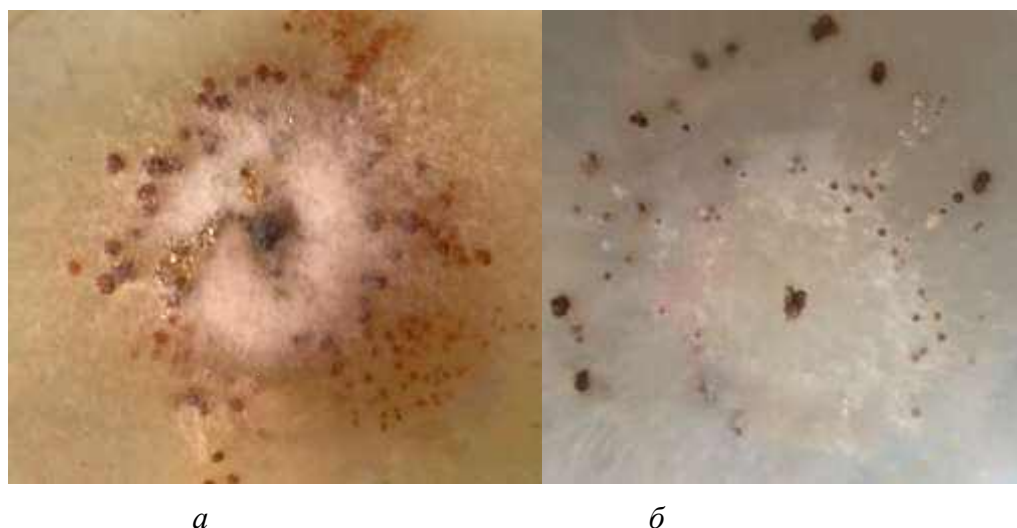


Рис.1 Колонии видов рода *Typhula* (а – вид *T. ishikariensis* на среде КГА, б – вид *T. incarnata* на среде Чапека-Докса)

Наибольшая скорость роста изолятов *T. incarnata* ($3,82 \pm 0,08$ мм/сут) была отмечена на среде КГА при культивировании в условиях $+10^\circ\text{C}$. Для изолятов *T. ishikariensis* ($3,70 \pm 0,04$ мм/сут) на среде Чапека-Докса оптимальной являлась температура $+5^\circ\text{C}$ (таблица 1).

Таблица 1

Скорость роста колоний изолятов *Typhula* sp. (Pers.) Fr на питательных средах КГА и Агар Чапека-Докса при разных температурных режимах

Среда	Вид	Прирост, мм/сут				НСР 0,5
		+2°C	+5°C	+10°C	+15°C	
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	
КГА	<i>T. incarnata</i> Lasch: Fr.	$2,08 \pm 0,21$	$3,34 \pm 0,19$	$3,82 \pm 0,08$	$3,54 \pm 0,16$	0,04
	<i>T. ishikariensis</i> S. Imai	$2,59 \pm 0,30$	$3,61 \pm 0,08$	$3,20 \pm 0,23$	$1,33 \pm 0,21$	0,02
Агар Чапека-Докса	<i>T. incarnata</i> Lasch: Fr.	$1,85 \pm 0,09$	$2,88 \pm 0,14$	$3,02 \pm 0,15$	$2,67 \pm 0,13$	0,05
	<i>T. ishikariensis</i> S. Imai	$2,04 \pm 0,23$	$3,70 \pm 0,04$	$2,92 \pm 0,22$	$0,9 \pm 0,24$	0,04

Примечание: $\bar{x}$ – среднее значение прироста по диаметру в день, $S \bar{x}$ – ошибка средней, V – коэффициент вариации.

Полученные результаты подтверждают данные японских исследователей N. Matsumoto и A. Tajimi [5]. Они отмечали, что лучшая скорость роста мицелия *T. ishikariensis* и *T. incarnata* наблюдается на питательной среде КГА. Однако стоит отметить, что различие реакции на условия культивирования изолятов обнаруживается у разных видов рода *Typhula*.

Так, в работе американских фитопатологов G.W. Bruehl и B. Cunfer [6] упоминается, что для вида *T. idahoensis* лучшей средой является солодовый агар.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что оптимальными условиями для культивирования вида *T. incanata* является посев изолятов на питательную среду КГА в условиях темноты и температурного режима +10°C, со стабильным уровнем влажности 85-90%. У вида *T. ishkariensis* наиболее успешные показатели роста наблюдаются на среде Чапека-Докса в условиях темноты при температуре +5°C. Полученные данные могут быть использованы для массового культивирования грибов при проведении фитопатологических исследований.

Библиографический список

1. Smith, J.D. Snow molds of winter cereals: guide for diagnosis, culture, and pathogenicity // Canadian Journal of Plant Pathology. – 1981. – Vol. 3(1). – pp. 15-25.
2. Tkachenko, O. B. Snow molds: History of the study and control / O. B. Tkachenko, A. V. Ovsyankina, A. G. Shchukovskaya // Agricultural Biology. – 2015. – Vol. 50, No. 1. – pp. 16-29.
3. Климатические итоги 2024 года: метеорологических наблюдений в Москве: сайт. – Москва, 2025. – URL: <https://www.geogr.msu.ru/news/klimaticheskie-itogi-2024-samyy-teplyy-god-za-vsyu-istoriyu-meteorologicheskikh-nablyudeniy-v-moskve/> (дата обращения: 2.05. 2025).
4. О.Б. Ткаченко. *Macrotyphula phacorrhiza* в биологической борьбе против основных возбудителей снежной плесени многолетних трав: *Microdochium nivale* и *Typhula ishkariensis* / О.Б. Ткаченко, С.В. Тазина, Н.Н. Лангаева, А.П. Демидова // Современная микология в России: материалы международного микологического форума, Москва, Россия, 22–23 мая 2024 года. – Москва: Национальная академия микологии. –2024. – С. 171-172.
5. Matsumoto, N. Field survival of sclerotia of *Typhula incarnata* and of *T. ishkariensis* biotype A. / N. Matsumoto, A. Tajimi // Canadian Journal of Botany. – 1985. – Vol. 63(6). – pp. 1126-1128.
6. Bruehl, G.W., Cunfer B.M. Physiologic and environmental factors that affect the severity of snow mold of wheat // Phytopathology. – 1971. – Vol. 61. – pp. 792-798.

УДК 631.363

УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНОВЫХ ТРАВСТОЕВ В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Демичева Светлана Николаевна, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, iana.sheveleva.2016@mail.ru
Научный руководитель Николай Николаевич Лазарев, д.с.-х.н., профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lazarevnick2012@gmail.com

Аннотация: Приведены результаты опыта в первые 2 года жизни травостоев люцерны изменчивой Таисии и люцерны желтой Нижегородской. Преимущественно более высокие показатели урожайности были получены с применением препарата Вигор Форте. Так, в одновидовых посевах люцерны Таисия прибавка по урожайности составила 18,6% (0,81 т/га) по сравнению с контролем, люцерны Нижегородская – 26% (1,06 т/га).

Ключевые слова: люцерна, урожайность, микроудобрения, регуляторы роста.

Введение. Люцерна (*Medicago sativa* L.) является одной из важнейших кормовых культур, широко используемой в сельском хозяйстве благодаря своей высокой питательной ценности и способности к фиксации азота. В последние годы особое внимание уделяется повышению продуктивности люцерновых травостоев за счет применения регуляторов роста,

микроудобрений и инокуляции. Эти агротехнические приемы позволяют не только увеличить урожайность, но и улучшить качество кормов.

Нечерноземная зона России по природным ресурсам благоприятна для интенсивного ведения сельского хозяйства, в частности молочно-мясного животноводства и кормопроизводства. В условиях постоянно меняющегося климата кормопроизводство должно отвечать новым требованиям: подбирать кормовые культуры, адаптированные к постоянно меняющимся условиям среды. Одним из направлений интенсификации кормопроизводства является изучение и внедрение усовершенствованных видовых и сортовых составов кормовых культур, применение современных препаратов для предотвращения и снижения воздействий нестабильного климата региона [1].

Люцерна – «королева» кормовых культур. Это уникальное многолетнее бобовое растение, которое развивает мощную корневую систему, обогащает почву азотом и восстанавливает ее плодородие. В травостоях люцерну используют для повышения питательности корма, так как содержит в своем составе комплекс биологически активных веществ, обилие протеина, витаминов и минералов. Корма из люцерны нормализуют процессы пищеварения, стимулируют аппетит, обладают противовоспалительным и обволакивающим действием, способствуют повышению оплодотворяемости [2].

Получение высокопитательных стабильных урожаев люцерны невозможно без обеспечения сбалансированного питания всеми необходимыми макро- и микроэлементами. Недостаток или избыток определенных микроэлементов может вызвать стрессовые состояния у растений, что значительно снизит их продуктивность. Ввиду биологических особенностей люцерны, наибольшее значение из микроэлементов имеет бор и молибден, так как именно эти элементы участвуют в углеводном, азотном, фосфорном обмене, входят в состав ферментов, влияют на интенсивность окислительно-восстановительных реакций. Молибден крайне положительно влияет на усвоение атмосферного азота клубеньковыми бактериями, а при недостатке бора у растений может возникнуть нарушение синтеза белка [3].

Люцерна желтая Нижегородская устойчива к основным болезням и вредителям, оказывает благотворное воздействие на структуру почвы, имеет хорошую облиственность и ветвистость, что немаловажно для получения хорошего урожая зеленой массы.

Люцерна изменчивая Таисия отличается высокой адаптивностью к различным условиям среды, включая избыточное увлажнение, низкие температуры и болезни. Однако, в условиях рискованного земледелия очень важно создать оптимальные условия для роста и развития растений. Для этого необходимо применять регуляторы роста, микроудобрения, а также инокуляцию семян при посеве [4].

Альбит – это комплексный эффективный биопрепарат, универсальный регулятор роста растений со свойствами фунгицида и комплексного удобрения. Оказывает антистрессовое воздействие, повышает количество и качество кормов.

Молибдат аммония – это удобрения для восполнения дефицита молибдена в почве и у растений, играет ключевую роль в азотфиксации у бобовых культур, что приводит к увеличению содержания белка и повышению урожайности. Применяется в качестве некорневой подкормки.

Ризоторфин – микробиологический препарат, предназначен для предпосевной обработки семян бобовых культур, в целях повышения урожайности и качества корма. Ризоторфин содержит в своем составе клубеньковые бактерии, аккумулирующие азот из воздуха, что позволяет люцерне получать дополнительное питание.

Спорион содержит споры бактерий рода *Bacillus*, которые после внесения препарата колонизируют растительные поверхности и снабжают растения продуктами своего метаболизма. Это включает антибиотики, экзополисахариды, витамины и аминокислоты, повышает устойчивость к внешнему воздействию.

Вигор Форте – комплексный биостимулятор роста и развития растений, выступает в качестве антистрессанта. Содержит в составе аналог растительного гормона – ауксина.

Препарат повышает устойчивость культур к экстремальным температурам (засуха, заморозки, резкие смены погодных условий). Активирует защитные механизмы против грибковых и вирусных заболеваний, повышает эффективность защиты от мучнистой росы, корневой гнили [5].

Люцерна при оптимальных условиях среды и агротехники может держаться в травостоях до 6 и более лет без снижения урожайности, благодаря мощной корневой системе хорошо переносит засуху и может расти на легких супесчаных и песчаных почвах [6].

Материалы и методы

В условиях Вологодской области проведены исследования по изучению продуктивности одновидовых и смешанных со злаками (тимopheевка луговая Ленинградская 204 и фестулолиум Аллегро) посевов люцерны желтой Нижегородской и люцерны изменчивой Таисии. Опыт заложен на базе предприятия ОАО «Заря» Вологодского района. Площадь делянки 6 м², повторность четырехкратная. Почва опытного участка дерново-подзолистая, рН_{KCl} 5,5, окультуренность слабая, содержание гумуса в почве – 2,27 %, содержание подвижных форм фосфора среднее – 135 мг на 1 кг почвы, обменного калия низкое – 56 мг на 1 кг почвы. В 2023 году был проведен 1 укос, в 2024 году – 2 укоса.

В среднем за 2023-2024 год получены следующие результаты по урожайности (рисунок 1).

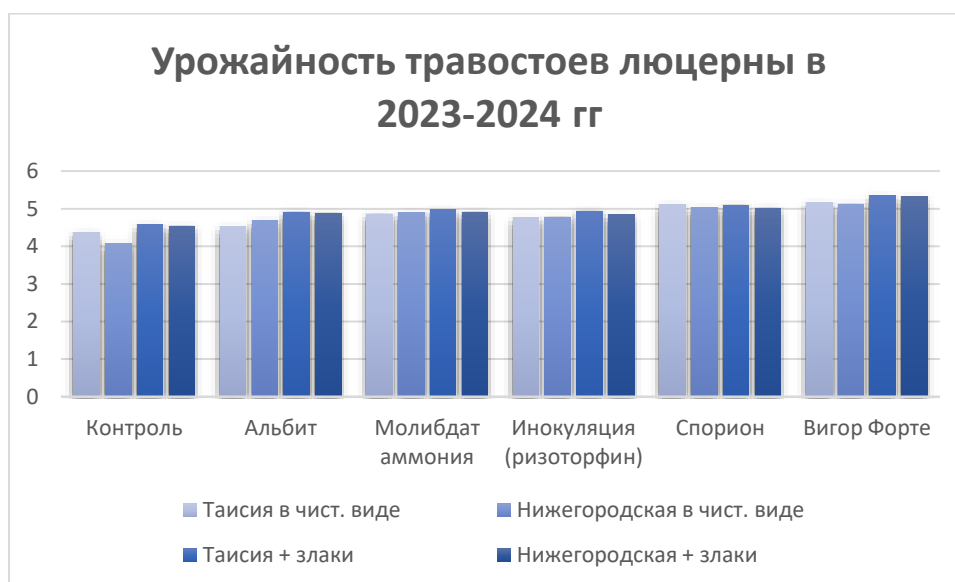


Рис.1 - Урожайность травостоев люцерны в 2023-2024 гг.

Преимущественно более высокие показатели урожайности были получены с применением препарата Вигор Форте. Так, в одновидовых посевах люцерны Таисия прибавка по урожайности составила 18,6% (0,81 т/га) по сравнению с контролем, люцерны Нижегородская – 26% (1,06 т/га). В смеси со злаками урожайность травостоев с люцерной Таисией увеличилась на 1,06 т/га (17%) от контроля, с люцерной Нижегородская – на 0,79 т/га (17,4%). В среднем увеличение урожайности находится в пределах 0,36 т/га (Альбит) до 0,86 т/га (Вигор Форте). Также положительное воздействие на травостой оказывает препарат Спорион: 0,68 т/га прибавка сухой массы в среднем по всем вариантам опыта. По всем вариантам опыта видно, что применение препаратов положительно влияет на увеличение урожайности травостоев.

Закключение: Применение регуляторов роста, микроудобрений и инокуляции является перспективным направлением в повышении продуктивности люцерновых травостоев. Эти методы позволяют не только увеличить урожайность, но и улучшить качество кормов, что имеет важное значение для животноводства. Дальнейшие исследования в этой области помогут разработать более эффективные стратегии управления агроэкосистемами.

Результаты опыта в первые 2 года жизни травостоев можно считать удовлетворительными, применение препаратов повышает продуктивность травостоев, увеличивает их урожайность и устойчивость к внешним факторам условий среды.

Библиографический список

1. Шпаков, А.С. Кормопроизводство Нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития / А.С. Шпаков, А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, В.Т. Воловик // Адаптивное кормопроизводство. – Том 2020. – №4. – 2020. – С. 6-20.
2. Люцерна – ценная кормовая культура. Зерновое хозяйство им. А.И. Бараева. Научно-производственный центр : сайт. – URL: <https://baraev.kz/novosti/3498-lyucerna-sennaya-kormovaya-kultura.html> (дата обращения: 15.05.2025). – Текст: электронный.
3. Рак, М.В. Эффективность жидких микроудобрений сикростим при возделывании люцерны \ М.В. Рак, С.А. Титова, Т.Г. Николаева // Почвоведение и агрохимия. - №1 (58). – 2017. – С. 169-176.
4. Демичева, С.Н. Оценка продуктивности одновидовых и смешанных травостоев из люцерны изменчивой и люцерны серповидной в условиях Вологодской области / С.Н. Демичева, Н.Н. Лазарев С. // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. – Т.1. – Москва. – 2024. – С. 280-284.
5. Вильдфлуш, И.Р. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии : рекомендации / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 48 с.
6. Лазарев, Н.Н. Урожайность козлятника восточного и люцерны изменчивой при долголетнем использовании / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова. – Международный сельскохозяйственный журнал. - №2 (362). – 2018 г. – С. 56-58.

УДК 632.936.2:632.78

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ФЕРОМОННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОЧКОВОЙ ЛИСТОВЁРТКИ *SPILONOTA OCELLANA*

Дмитриева Светлана Валерьевна, ассистент кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева E-mail: s.v.dmitriyeva@rgau-msha.ru
Митюшев Илья Михайлович, к.б.н., доцент кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева E-mail: mitushev@rgau-msha.ru

Аннотация: Приведены результаты полевого скрининга новых феромонных препаратов для почковой листовёртки в условиях Нечернозёмной зоны, проведенных в 2021, 2023-2024 гг. Изучена динамика сезонного лёта вредителя, в годы исследований отмечено развитие второго поколения.

Ключевые слова: почковая листовёртка, листовёртки, *Spilonota ocellana*, феромонные препараты, защита растений, вредители плодовых культур

Чешуекрылые вредители плодового сада – обширная по количеству видов группа фитофагов. Вредящей стадией является гусеница, при этом отмечается разнообразие специализаций по повреждаемым органам: яблонная и сливовая плодожорка повреждают плоды (карпофаги), древоточцы, древесница вьедливая, стеклянницы – стволы и побеги (ксилофаги), листовёртки повреждают почки и листья (бласто- и филлофаги), и др. [2].

Комплекс видов листовёрток (Insecta: Lepidoptera: Tortricidae) в плодовом саду может насчитывать более двух десятков видов, но массовыми вредителями, как правило, являются

лишь несколько из них. Одним из наиболее значимых видов садовых листовёрток в разных зонах плодородия является почковая листовёртка, или почковая вертушка, – *Spilonota ocellana* (Denis & Schiffermüller) (Insecta: Lepidoptera: Tortricidae). Этот вид – широкий полифаг древесных растений, её гусеницы питаются на почках, листьях, бутонах и завязях. В плодовых садах её гусеницы повреждают различные плодовые культуры, в лесах питаются на дикорастущих розоцветных и некоторых других лиственных. Зимует в стадии гусеницы III возраста в коконе вблизи почек. Весной внедряются в почки, позднее повреждают другие органы. Это экологически пластичный вид, обычно развивается до двух поколений за вегетационный период.

Для оценки численности этого вредителя используют визуальный мониторинг (учёт гусениц, питающихся на растениях) и феромонный мониторинг, основанный на привлечении самцов в клеевые ловушки. При этом феромонный мониторинг считают наиболее предпочтительным: он не менее чем в 3 раза превосходит другие методы учёта по эффективности и снижению трудозатрат [1].

Феромонный мониторинг почковой листовёртки мы проводили в 2021, 2023-2024 гг. в условиях Мичуринского сада РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Указанные исследования являются частью проекта, ведущегося на кафедре защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева начиная с 2003 г. (до 2010 г. – кафедре энтомологии) [3]. Для мониторинга использовали клеевые ловушки типа Аттракон А из ламинированного картона и резиновые диспенсеры производства АО «Щелково Агрохим». В качестве аттрактанта использовали 1 мг Z8-тетрадеценилацетата на диспенсер. Ловушки размещали на деревьях на высоте 1,7 м, в 50 метрах друг от друга. Клеевые вкладыши заменяли по мере загрязнения, диспенсеры – один раз в середине сезона [2].

В 2021 г. лёт почковой листовёртки начался в середине I декады июня, характеризовался низкой эффективностью, первый период продолжался до конца июня (не более 0,3-2,6 экз. на 1 ловушку за неделю). Затем лёт вредителя возобновился в начале третьей декады июля и сразу был более интенсивный: 8,3 экз. на 1 ловушку за неделю (по всей видимости, начало лёта второго поколения почковой листовёртки). В последующие недели интенсивность лёта сильно снизилась до 0,3-1 экз. на 1 ловушку за неделю, и он полностью прекратился к концу августа. За вегетационный период 2021 г. было отловлено $21,3 \pm 5,31$ экз. *S. ocellana* на 1 ловушку.

В 2023 г. лёт почковой листовёртки начался в конце I декады июня, пик лёта наблюдали в середине первой декады июля (23,3 экз. на 1 ловушку за неделю), в дальнейшем происходил спад интенсивности лёта вплоть до нулевых значений (I-II декады августа). В середине III декады августа – I декаде сентября наблюдали лёт второго частичного поколения почковой листовёртки (4,3 до 0,6 на 1 экз. ловушку за неделю), к началу II декады сентября лёт полностью прекратился. В целом, за вегетационный период 2023 г. было отловлено $59,0 \pm 18,03$ экз. почковой листовёртки на 1 ловушку.

В 2024 г. лёт почковой листовёртки начался в I декаде июня, пики лёта наблюдали в середине июня (25,5 экз. на 1 ловушку за неделю) и в I декаде июля (18-19 экз. на 1 ловушку за неделю). В дальнейшем, к III декаде августа, наблюдали спад интенсивности лёта почковой листовёртки (до 1 экз. на ловушку за неделю), к началу сентября лёт *S. ocellana* полностью прекратился. В целом, за вегетационный период 2024 г. было отловлено $105,5 \pm 41,72$ экз. *S. ocellana* на 1 ловушку.

Таким образом, феромонные ловушки производства АО «Щелково Агрохим» позволяют контролировать численность и динамику лёта почковой листовёртки на протяжении всего вегетационного периода. В годы исследований отмечали развитие немногочисленного (частичного) второго поколения *S. ocellana*, лёт которого происходит в конце августа – начале сентября, и как правило, отличается низкой интенсивностью.

Библиографический список

1. Митюшев И.М., Вендило Н.В. Плетнев В.А. Эффективность мониторинга яблонной и сливовой плодовой жуки в зависимости от состава феромонных диспенсеров и типа ловушек // Плодоводство и ягодоводство России. – 2013. – Т. 36. – № 2. – С. 41-47.

2. Митюшев И.М. Вредители сельскохозяйственных растений // Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/vrediteli-sel-skokhoziaistvennykh-rastenii-aaecc7>, обращение 29.05.2025

3. Митюшев И.М. Прикладные исследования феромонов насекомых на кафедре защиты растений российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева // Фитосанитария. Карантин растений. – 2024. – № S2-1(18). – С. 85.

УДК 633.491:631.82

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Дугба Ибрагим Сар, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Кухаренкова Ольга Владимировна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, okuharenkova@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье представлены результаты полевого опыта на дерново-подзолистой почве по изучению влияния комплексных минеральных удобрений и подкормки азотом на урожайность, структуру и качество урожая картофеля. Исследования выполнены на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Наибольшая урожайность была получена при выращивании картофеля сорта Невский при применении комплексного удобрения NPK 8:20:30 (300 кг/га, N24P60K90) и N34 (в подкормку) – 21,5 т клубней с 1 га при товарности урожая на уровне 82,1%.

Ключевые слова: картофель, комплексные удобрения, урожайность, товарность урожая, структура урожая

Картофель в современном сельском хозяйстве занимает достаточно важную позицию, как продукт жизненно необходимый, без которого сложно представить продовольственные рынки [1, 2, 4]. В современных реалиях картофель можно использовать как в свежем виде, так и для дальнейшей переработки на промышленные цели: для производства картофельных чипсов, на картофель-фри, на картофельное пюре, на спирт, широко используемый в фармацевтических целях. Основа современного производства в растениеводстве – это новые сорта, новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур, новая техника, новые формы и виды минеральных удобрений [1-6]. Урожайность – важнейший показатель эффективности агротехнических приемов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур в растениеводстве. Одним из главных факторов роста урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля являются минеральные удобрения. За счет применения минеральных удобрений можно значительно увеличить объемы производства продукции. Урожайность картофеля во многом определяется дозами и сроками внесения, видами минеральных удобрений [2, 3].

Цель исследований – изучение особенностей формирования урожая, определение урожайности, товарности и структуры урожая картофеля при его возделывании с элементами голландской технологии и с использованием минеральных комплексных удобрений компании ФосАгро на дерново-подзолистой почве.

Исследования проводились на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в условиях полевого (производственного) опыта.

Выращивался картофель среднераннего сорта Невский. Предшественником картофеля были многолетние травы 2-го года пользования (клеверо-тимофеечная травосмесь). Учетная площадь поля (без дорог и краевых защитных полос) составляла 1,4 га. Схема опыта включала 4 варианта: 1. Без удобрений – контроль. 2. NPK 15:15:15 – 400 кг/га. 3. NPK 8:20:30 – 300 кг/га. 4. NPK 8:20:30 – 300 кг/га + N34 (в подкормку, в фазу бутонизации, 1ц/га аммиачной селитры).

Для изучения особенностей формирования урожая картофеля были проведены фенологические наблюдения. Выполнялся подсчет числа кустов картофеля и стеблей (побегов) на учетных рядках, по каждому варианту опыта на площади 10 м² (0,75 х 13,33) в 4-кратной повторности. Для определения структуры урожая картофеля отбирали образцы клубней во время уборки урожая. Для данного анализа было взято по 10 кустов с каждого повторения, соответственно по 40 кустов с каждого варианта опыта с удобрениями. Выкопанные клубни были взвешены и разделены на соответствующие фракции по массе и размерам клубня. При этом были выделены следующие фракции: крупные – больше 80 г, средние (средне-крупные – 50-80 г, средне-мелкие – 50-30 г) и мелкие клубни – меньше 30 г, а также клубни диаметром менее 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 и 70 мм.

Почва опытного участка хорошо окультуренная (по содержанию гумуса в пахотном слое и содержанию подвижных форм фосфора и калия) дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая. Содержание гумуса – 2,1%. По содержанию подвижного фосфора почва относится к 5 классу (высокая степень обеспеченности), подвижного калия – к 4 классу (повышенная степень обеспеченности). Существует низкая потребность почвы в известковании, так как pH водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8 до 6,2 единиц. Почва вполне пригодна для выращивания картофеля.

Все работы на опытном участке были полностью механизированы. При возделывании картофеля использовалась техника для голландской технологии (4-рядная картофелесажалка, культиватор-гребнеобразователь, ботвоудалитель, картофелеуборочный комбайн), выращивали картофель с междурядьями 0,75 м. Защита растений картофеля от сорняков, фитофтороза и колорадского жука осуществлялось при помощи пестицидов. Уборка урожая картофеля проводилась механизировано, с помощью картофелеуборочного комбайна. Перед уборкой урожая проводили химическое удаление ботвы.

Во время уборки урожая проводили учет урожая. Урожайные данные обрабатывали статистически методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019. Для анализа структуры урожая была определена густота стояния растений к уборке, которая мало зависела от схемы внесения удобрений и составляла в среднем 44,0-44,4 тыс. кустов/га.

Урожайность картофеля в полевом опыте (данные представлены в таблице) была сформирована под влиянием непростых метеорологических условий в период вегетации (крайне неравномерное выпадение осадков и сильнейшая засуха в августе месяце), применяемой на опытном поле голландской технологии возделывания и специализированной сельскохозяйственной техники, а также при внесении минеральных удобрений.

Таблица

Урожайность и товарность картофеля

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %
Без удобрений – контроль	13,37	9,01	67,39
NPK 15:15:15 – 400 кг/га	15,30	11,07	72,35
NPK 8:20:30 –	21,05	16,73	79,48

300 кг/га			
НПК 8:20:30 – 300 кг/га + N34 (в подкормку)	21,54	17,69	82,13
НСП ₀₅	1,43	0,78	-

На дерново-подзолистых почвах Московской области при сложившихся метеорологических условиях урожайность и товарность урожая картофеля были не высокими. Наибольшая урожайность была получена при выращивании картофеля сорта Невский при применении комплексных минеральных удобрений НПК 8:20:30 (300 кг/га, N24P60K90) и N34 (в подкормку) – 21,5 т клубней с 1 га соответственно при товарности урожая на уровне 82,1%. Густота стояния растений в посадках столового картофеля в условиях опыта составляла 44,0-44,4 тыс. кустов/га, практически не зависела от применения минеральных удобрений. Каждый посадочный клубень формировал в зависимости от варианта опыта от 4,09 шт. до 4,29 шт./куст побегов. Несколько усиливалось побегообразование в вариантах опыта НПК 8:20:30, 300 кг/га и НПК 8:20:30, 300 кг/га + N34 по сравнению с контрольным вариантом, формировалось на 8-10 тыс. шт. стеблей/га больше. Величина урожая картофеля в опыте определялась, в первую очередь, массой клубней с одного куста, которая изменялась в зависимости от схемы применения минеральных удобрений от 304 г (вариант опыта без внесения удобрений) до 488 г/куст (вариант опыта НПК 8:20:30, 300 кг/га + N34).

Наибольшая масса крупных клубней (массой более 80 г) и средних клубней (фракция 50-80 г) при делении клубней на фракции по массе клубня зафиксирована в варианте опыта с наиболее высокой урожайностью – НПК 8:20:30, 300 кг/га + N34 – 142,7 г и 129,7 г/куст соответственно. Наибольшее число клубней с 1 куста в полевом опыте – 11,1 шт. и 11,3 шт. клубней формировалось в вариантах опыта НПК 8:20:30, 300 кг/га и НПК 8:20:30, 300 кг/га + N34. Из общего числа клубней большую часть составляли клубни фракций 30-50 г и менее 30 г – 8,1 шт. и 7,8 шт. соответственно. Наибольшее число товарных клубней (клубней диаметром 35-70 мм) отмечалось в варианте опыта НПК 8:20:30, 300 кг/га+N34 в подкормку – 9,3 шт./куст. Средняя масса товарных клубней при этом варьировалась в зависимости от фракции от 22,3 г до 203,0 г, доля таких клубней в общем урожае была достаточно высокой – достигала 95,0%.

В контрольном варианте опыта, без применения минеральных удобрений число товарных клубней (клубней диаметром 35-60 мм) было меньше, чем в вариантах с внесением минеральных удобрений, и составило 7,4 шт./куст, их средняя масса варьировалась в зависимости от фракции от 25,3 г до 62,0 г. Доля таких клубней в общем урожае составляла 90,8%.

Наиболее высокое содержание крахмала в клубнях отмечалось в контрольном варианте опыта, где при выращивании картофеля не применяли минеральные удобрения – 13,1%. Наименьшее количество крахмала было в клубнях с варианта опыта НПК 8:20:30, 300 кг/га +N34 – на 0,9 % меньше контрольного варианта. Содержание нитратов в клубнях картофеля во всех вариантах опыта не превышало ПДК – было ниже 250 мг/кг.

Библиографический список

1. Вавилова, Н.В. Влияние минерального удобрения био-НПК(S)8-20-30(2) на урожайность картофеля / Н.В. Вавилова, О.В. Лукьянова // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 16-21. – EDN EMIEJK.

2. Влияние комплексных минеральных удобрений в сочетании с азотными подкормками на урожайность сортов картофеля / Т.В. Гребенникова, М.М. Визирская, С.В. Жевора [и др.] // Путь науки. – 2023. – № 2(108). – С. 14-24. – EDN EWPAХС.

3. Иванчик, В.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля сорта "Невский" на дерново-подзолистых почвах Костромской области / В. А. Иванчик, О. А. Караванова // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: Сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: в 3-х томах, Каравасов, 17 января 2018 года / Под редакцией Ю.В. Панкратова, Н.Ю. Парамоновой. Том I. – Каравасов: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 61-65. – EDN ХОЕUQX.

4. Курмашева, Н.Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность картофеля / Н.Г. Курмашева, Ф.Ф. Авсахов // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 2(62).

5. Махмудова, Э.П. Влияние минеральных удобрений, вносимых на фоне органических, на урожайность и качество клубней картофеля / Э. П. Махмудова // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 52-60. – EDN GTASAP.

6. Сергеева, В.А. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на урожайность сортов картофеля / В. А. Сергеева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2024. – № 1(41). – С. 58-62. – EDN LYJUF.

УДК 631.8:581.143:633.18; 547.59

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НАФТЕНОВЫХ КИСЛОТ НА СОРТА РИСА

Жилина Мария Васильевна, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Zhilina.m@kubsau.ru

Астапчук Ирина Леонидовна, доцент кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», irina_astapchuk@mail.ru

Григулецкий Владимир Георгиевич, заведующий кафедрой высшей математики, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», gvq-tnc@mail.ru

Аннотация. В работе изучено влияние препарата на основе нафтенных кислот на морфологические показатели, продуктивность и устойчивость к пирикулярриозу шести сортов риса. Результаты сопоставимы с данными по другим углеводородным стимуляторам. Нафтенные кислоты перспективный и экологичный компонент защиты растений, но механизмы влияния их на растения необходимо дополнительно изучать.

Ключевые слова: Рис посевной, *Pyricularia oryzae*, нафтенные кислоты, ростостимулирующий эффект, индукция устойчивости, сорт.

Нафтенные кислоты – это несвойственные для растений химические соединения небиологического происхождения, которые потенциально способны искусственно стимулировать устойчивость растений к патогенам и усиливать ростовые процессы [2, 3, 5]. В современных условиях, когда заболеваемость риса пирикулярриозом (возбудитель *Pyricularia oryzae* Sacc.) растет, высокую актуальность приобретает поиск экологичных средств защиты растений. Целью данной работы является оценка влияния препарата на основе нафтенных кислот на морфологические показатели, продуктивность и устойчивость к пирикулярриозу шести сортов риса в условиях теплицы.

В качестве объектов исследования использовались следующие сорта риса: Лидер, Рапан, Анита, Титан, Азовский, Снежинка. Эксперимент был заложен по двухфакторной

схеме: сорт (6 уровней) и обработка (препарат/контроль). Повторность в опыте трехкратная. Полученные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа согласно стандартной методике.

Корневая обработка проводилась водным раствором нафтенных кислот двукратно в течение вегетации риса в фазу кущения и через 2 недели после первой обработки. Искусственное заражение растений проводили штаммом *P. oryzae* из коллекции лаборатории фитопатологии Кубанского ГАУ по стандартной методике [5]. Также проводилась оценка морфологии (площадь листьев, высота, длина метелки), урожайности (масса зерна, количество зерен и др.).

В результате эксперимента было установлено, что применение препарата влияет на площадь флангового и подфлангового листьев у сортов Снежинка, Азовский и Рапан, при $НСП_{05}=15,5 \text{ см}^2$, увеличение листовой поверхности в сравнении с контролем составило 46,7 %, 33,9 % с и 19,6 %, соответственно. Эти же сорта на фоне обработки нафтеновыми кислотами показывают увеличение длины метелки на 35,0-46,7 % ($НСП_{05}=1,6 \text{ см}$).

Обработка препаратом повысила, в условиях эксперимента, массу зерна с растения у следующих сортов Рапан (33,6 %) и Снежинка (13,8 %), $НСП_{05}=0,091 \text{ г}$. При этом на том же фоне у сорта Лидер наблюдалось снижения значений этого показателя на 16,5 %.

В среднем по сортам, масса 1000 зерен увеличилась на 12 % в варианте с обработкой препаратом, а количество выполненных зерен с метелки на 15 %. При этом результат двухфакторного дисперсионного анализа показателей урожайности, свидетельствует об отсутствии взаимодействия между фактором «сорт» и фактором «обработка», что указывает на универсальность эффекта. Это позволяет рекомендовать для применения в сельском хозяйстве данный препарат для всех изучаемых сортов без индивидуальной подстройки.

Из данных опыта следует, что в вариантах с нафтеновыми кислотами наблюдалось снижение заболеваемости на 76,7 %. Было установлено значимое взаимодействие факторов «сорт» и «обработка», что свидетельствует о сорт-специфичности.

Эффект применения нафтеновых кислот установлен по двум показателям: увеличение ассимиляционного аппарата растений и репродуктивных органов, то есть стимуляция ростовых процессов и повышение устойчивости к *P. oryzae*. Данные результаты сопоставимы с тем, что повышение урожайности достигается за счет улучшения морфологических показателей в экспериментах с применением углеводородного ростового вещества [1].

В заключении важно отметить, что препарат на основе нафтеновых кислот увеличивает урожайность на 15–25 % и снижает пораженность пирикуляриозом.

Библиографический список

1. Александрова Э. А., Александров Б. Л., Александров А. Ж. Применение углеводородного ростового вещества при выращивании сельхозкультур [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 151. – URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-uglevodorodnogo-rostovogo-veschestva-pri-vyraschivanii-sel'hozkultur](https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-uglevodorodnogo-rostovogo-veschestva-pri-vyraschivanii-sel'hozкультур)
2. Григулецкий В. Г. : пат. 2713902 Рос. Федерация : МПК C05G 3/00 (2024.01) / В. Г. Григулецкий, Р. А. Ивакин, Ю. В. Ивакина ; заявл. 27.08.2019 ; опубл. 10.02.2020. — Текст : электронный.
3. Григулецкий В. Г. Оценка влияния различных доз микроудобрений на развитие корневой системы риса / В. Г. Григулецкий, И. В. Ариничева, М. В. Жилина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 75. — С. 72–77. — Текст : непосредственный.
4. Мамедбейли Э. Г. Г. оглу Регуляторы роста растений на основе нефтяных кислот и их солей / Э. Г. Г. оглу Мамедбейли, Ф. Д. Ганбарова // Вестник КНИИ РАН. Серия «Естественные и технические науки». — 2023. — № 3 (14). — С. 103. — Текст : непосредственный. DOI: 10.34824/VKNIIRAN.2023.14.3.012

5. Савенко Е. Г. Создание генетических ресурсов риса с генами устойчивости к возбудителю пирикулярноза / Е. Г. Савенко, Ж. М. Мухина, Т. Л. Коротенко // Актуальная биотехнология. — 2020. — № 3(34). — С. 575. — Текст : непосредственный.

УДК [57.083.1+579.64]:632.35

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДУПЛЕКСНОЙ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ *PSEUDOMONAS SAVASTANOI* PV. *PHASEOLICOLA* И *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *PISI* В ЗЕРНЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ

Игнатьева Ирина Михайловна, научный сотрудник-заведующий лабораторией бактериологии и анализа ГМО ФГБУ ВНИИКР «Всероссийский научный центр карантина растений», babiraignirmi@yandex.ru

Кононова Елена Павловна, агроном лаборатории бактериологии и анализа ГМО ФГБУ ВНИИКР «Всероссийский научный центр карантина растений»

Бакаева Александра Сергеевна, агроном лаборатории бактериологии и анализа ГМО ФГБУ ВНИИКР «Всероссийский научный центр карантина растений»

Аннотация: В исследовании представлены результаты разработки и апробации «duplex» ПЦР-РВ как унифицированного метода идентификации двух бактериальных фитопатогенов в одном образце сокращая время на исследование подкарантинной продукции до 31 минут 40 секунд.

Ключевые слова: экспорт зернобобовых, бактериоз, праймеры, «duplex» ПЦР-РВ

Российская Федерация – ведущий экспортер зерна зернобобовых. Возбудитель угловатой пятнистости фасоли *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Gardan et al. (далее Psp) и возбудитель бактериального ожога гороха *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* (Sackett) Young et al. (далее Ppi) согласно Epco Global Data Base включены в карантинные перечни ряда стран торговых партнеров Российской Федерации (Китай, Иран, Парагвай, Иордания, Израиль). Импортёры требуют отсутствие бактериозов на посевном материале зерна зернобобовых в связи с тем, что завоз бактерий на новые территории возможен вместе с семенным материалом, в котором инфекция находится в латентном состоянии, что в конечном итоге может вызвать эпифитотии [1]. Осведомленность о появлении бактериозов или даже их эпифитотии в зависимости от климата зоны выращивания может предупредить нанесение ущерба и в некоторых случаях удешевить весь блок фитосанитарных мероприятий, необходимых для защиты конкретной культуры. Особенно это сказывается на снижении сокращения кратности химических обработок посевов [2]. В связи с этим состояние фитопатологической обстановки требует более внимательного подхода к организации защиты культур от бактериальных болезней [3]. Оптимизация схемы фитосанитарной диагностики семян гороха на выявление бактерий рода *Pseudomonas* является актуальной. В международной практике в качестве отборочного теста наличия в продукции фитопатогенных бактерий предложены изоляция бактерий на полуселективных питательных средах [4]. Внедрение в схему диагностики дуплексной ПЦР в режиме реального времени (далее «duplex» ПЦР-РВ) сократит время на исследование, а также сократит финансовые расходы на проведение анализа.

Целью исследования послужила разработка и апробация «duplex» ПЦР-РВ, позволяющей унифицировать процесс идентификации исследуемых фитопатогенов в одной пробе. Для достижения поставленной цели необходимо разработать оригинальную праймерную систему и провести апробацию «duplex» ПЦР-РВ.

Подбор праймеров и ДНК зонда выполняли в программе UniPro UGENE 50.0, полученные праймеры и целевые последовательности проверяли на сайте NCBI. Общие

требования к получаемым праймерам: длина целевой последовательности 100 – 300 п.о., отсутствие целевой последовательности в бактериях близкородственных видов, доля GC-оснований в последовательности праймеров в диапазоне 40 – 60%, температура плавления 58 – 68 °С.

Возбудитель угловатой пятнистости фасоли был изучен по геномным штаммам 1_ASM1220v1 (GCF_000012205), ASM341317v1 (GCF_003413175.1), ASM341323v1 (GCF_003413235.1), ASM370278v1 (GCF_003702785.1), ASM1700952v1 (GCF_017009525.1), ASM1700954v1 (GCF_017009545.1), ASM1714083v1 (GCF_017140835.1), ASM1714087v1 (GCF_017140875.1), ASM2976401v1 (GCF_029764015.1), ASM2976404v1 (GCF_029764045.1) и по участкам плазмид AF141883, AY603426, CP000059, CP000060, DQ072602, DQ072603, DQ072622, DQ072623, DQ072643, DQ072644, DQ072652, DQ072653, DQ072668, DQ072669, DQ072670, NC_007274, NC_007275 [5]. Возбудитель бактериального ожога гороха был изучен по геномным штаммам ASM45244v3 (GCF_000452445.2), ASM320596v1 (GCF_003205965.1), ASM369896v1 (GCF_003698965.1), ASM369900v1 (GCF_003699005.1), ASM369903v1 (GCF_003699035.1), ASM369932v1 (GCF_003699325.1), ASM370067v1 (GCF_003700675.1), ASM370310v1 (GCF_003703105.1) (коды последовательностей и генов приведены по данным NCBI).

В результате разработки праймеров и зондов подобраны 2 варианта праймерных систем с ожидаемыми размерами продукта амплификации 217 п. о. для Psp (основная ДНК GCF_000012205.1, последовательность NC_007274, штамм 1448А, ген PSPPH_RS26660) [5], 114 п. о. для Ppi (основная ДНК GCF_000452445.2, последовательность NZ_CP034079, штамм PP1, ген N032_RS27435) и предполагаемой температурой плавления – 64 °С. Полученные последовательности проверены на сайте NCBI *in silico*.

Для двух разработанных праймерных систем проведена апробация на амплификаторе BioRad CFX Opus (США). Состав реакционной смеси и условия амплификации, разработанной «duplex» ПЦР с использованием красителей Fam (канал детекции спецификации Ppi ПЦР-РВ), Rox (канал детекции спецификации Psp ПЦР-РВ) и Cy5 (канал детекции внутреннего положительного контроля ПЦР-РВ) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав реакционной смеси и условия амплификации		
Состав реакционной смеси		
Компоненты	Объем (V), мкл	Рабочая концентрация
Ультрачистая вода	11,9	-
5x ПЦР-буфер	5,0	-
PSP F	1,0	10 пмоль/мкл
PSP R	1,0	10 пмоль/мкл
PSP P (Rox)	1,0	5 пмоль/мкл
PPI F	1,0	10 пмоль/мкл
PPI R	1,0	10 пмоль/мкл
PPI P (Fam)	1,0	5 пмоль/мкл
ВПК (Cy5)	0,1	-
ДНК образца	2,0	-
Объем реакции	25,0	-
Условия амплификации		
Температура, °С	Время	Количество циклов
95	5 мин	1
95	10 сек	40
64	30 сек	

Амплификация проведена в десятикратной повторности на амплификаторе BioRad CFX Opus (США) с использованием референтных штаммов CFBR1390 (Psp) и CFBR2105 (Ppi) из Французской коллекции бактерий фитопатогенов. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты апробации метода «duplex» ПЦР-РВ

Повторности	Ppi		Psp	
	Канал детекции	Значение пороговых циклов	Канал детекции	Значение пороговых циклов
1	Fam	20,43	Rox	15,03
	Cy5	34,21	Cy5	34,21
2	Fam	19,64	Rox	14,80
	Cy5	32,29	Cy5	32,29
3	Fam	19,77	Rox	15,31
	Cy5	34,15	Cy5	34,15
4	Fam	19,74	Rox	15,99
	Cy5	33,51	Cy5	33,51
5	Fam	19,92	Rox	15,84
	Cy5	32,67	Cy5	32,67
6	Fam	19,35	Rox	15,87
	Cy5	34,18	Cy5	34,18
7	Fam	20,46	Rox	14,95
	Cy5	33,64	Cy5	33,64
8	Fam	19,84	Rox	15,35
	Cy5	33,94	Cy5	33,94
9	Fam	19,79	Rox	14,87
	Cy5	32,89	Cy5	32,89
10	Fam	20,16	Rox	15,63
	Cy5	34,27	Cy5	34,27
M	Fam	19,91	Rox	15,36
	Cy5	33,58	Cy5	33,58
σ	Fam	0,10	Rox	0,13
	Cy5	0,22	Cy5	0,22

Примечание: M – среднее значение; σ – среднеквадратичное отклонение.

Согласно полученным результатам, значения Rox не превышают 16,25 с учетом погрешности, что говорит о 95 % достоверности обнаружения Psp, значения Fam не превышают 20,66 с учетом погрешности, что говорит о 95 % достоверности обнаружения Ppi. Значения ВПК (Cy5) амплификации находятся в диапазоне 31,85 – 34,67 с учетом погрешности и позволяют рекомендовать использование «duplex» ПЦР-РВ для идентификации Psp и Ppi.

В результате проведенного исследования установлено, что «duplex» ПЦР-РВ в соответствии с Игнатевой и др. позволяет оперативно (31 минут 40 секунд) идентифицировать наличие исследуемых бактериозов в подкарантинной продукции и может быть использована для установления фитосанитарного состояния партий зерна при выполнении федеральных требований экспорта или импорта зернобобовых культур в части отсутствия фитопатогенов во ввозимой или вывозимой продукции через государственные посты таможенного контроля. После определения критериев эффективности «duplex» ПЦР-РВ может быть рекомендована к включению в схему лабораторного исследования как

унифицированный метод идентификации двух бактериальных фитопатогенов в одном образце.

Библиографический список

1. Tarakanov, R. Detection of *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* in soybean seeds using PCR assay / R. Tarakanov, I. Ignatyeva, F. Dzhililov // Innovative technologies in agriculture: International scientific and practical conference, Orel, 23–24 марта 2022 года. – Orel: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 2022. – Р. 14. – EDN WJKEST.
2. Ареалы и зоны вредоносности основных бактериозов растений на территории России и сопредельных стран / А. М. Лазарев, Е. Н. Мысник, Ю. А. Варицев [и др.]. – Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2017. – 136 с. – (Приложения к журналу "Вестник защиты растений"). – ISBN 978-5-9500388-3-9. – DOI 10.5281/zenodo.1018613. – EDN ZUWFRH.
3. Хигерович, Л. А. Стимулирование роста проростков овощных культур после обработки *Bacillus subtilis* и-5/6 / Л. А. Хигерович, И. И. Новикова // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии XXIII : Материалы 23-ей Всероссийской молодежной научной конференции, Москва, 14–16 ноября 2023 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии», 2023. – С. 119-121. – DOI 10.48397/ARRIAB.2023.23.XXIII.038. – EDN KRNHKB.
4. Kurowski C., Remeus P.M. 7-023: Detection of *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* on *Phaseolus vulgaris* (bean) International Rules for Seed Testing Annexe to Chapter 7: Seed Health Methods: 7-023-2. – 2014.
5. Кононова, Е. П. Новые ПЦР-РВ для идентификации *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* / Е. П. Кононова, И. М. Игнатъева // Фитосанитария. Карантин растений. – 2024. – № S4-1(20). – С. 39. – EDN JXABOW.

УДК 633.2.039.6

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОЙМЕННЫХ ПАСТБИЩ И СЕНОКОСОВ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Ишакаева Махаббат Каленовна, аспирант кафедры агротехнологий ФГБОУ ВО «АГУ им В.Н. Татищева», mahabbat.ishakaeva@yandex.ru

Аннотация: для успешного возделывания многолетних злаковых и бобовых культур на пойменных пастбищах и сенокосах Северного Прикаспия настоятельно рекомендуется внедрение определенных агрономических практик. В данной статье рассматриваются определенные агрономические приемы такие как выбор сортов, агротехника, уход за посевами и другие.

Ключевые слова: злаковые и бобовые культуры, пойма, сенокос, пастбище.

Северный Прикаспий является уникальной природной зоной, отличающейся разнообразием экосистем и специфическими условиями для ведения сельского хозяйства. Пойменные пастбища и сенокосы этого региона выступают важными ресурсами для обеспечения продовольственной безопасности, устойчивого развития животноводства и экосистемных услуг. Многолетние злаковые и бобовые культуры играют ключевую роль в оптимизации агроэкологических условий, улучшении почвенного плодородия и эффективном использовании водных ресурсов. В данной статье рассматриваются

особенности возделывания данных культур в условиях пойменных земель Северного Прикаспия [1].

Климат Северного Прикаспия характеризуется континентальными и аридными условиями. Зима здесь холодная, с незначительными осадками, а лето жаркое и сухое [2]. На формирование растительности оказывают влияние солонцы и солончаки, типичные для пойменных лугов. Основными почвами региона являются черноземы и луговые почвы, обладающие высокой органической частью, но часто страдающие от засоления и эрозии.

Пойменные пастбища характеризуются высоким разнообразием флоры и фауны, что обуславливает выбор культур для возделывания. Многолетние злаковые и бобовые культуры, такие как пырей, кострец и люцерна, успешно адаптируются к данным условиям и способны формировать продуктивные травостои.

Многолетние злаковые культуры играют важную роль в рационе скота и могут значительно повысить продуктивность пастбищ [3]. Основные методы их возделывания включают:

Выбор сортов: при выборе сортов следует учитывать устойчивость к засухе и солености. Рекомендуются сорта тимopheевки, многолетнего райграса, которые показывают высокую произрослость в условиях пойменных лугов.

Агротехника: Обработка почвы включает минимальное перекапывание для уменьшения эрозии. Сеять культуры лучше всего под осень, чтобы использовать весеннее поступление влаги. Также важно следить за чистотой семян и сроками сева.

Уход за посевами: включает в себя подкормки и контроль за сорняками. Установление оптимальных сроков стрижки поможет увеличить количество отходов и обеспечить восстановление травостоя (таблица 1).

Таблица 1

Динамика роста пырея среднего сорт Ставропольский 1 по годам исследования; см

Междурядье см.	2020			2021			2022		
	Кушение	Колошение (выметывание)	Начало цветения	Кушение	Колошение (выметывание)	Начало цветения	Кушение	Колошение (выметывание)	Начало цветения
30	11,3	28,3	56,5	10,5	26,4	52,5	11,5	28,7	57,9
50	10,4	26,0	52,4	10,1	25,3	51,2	10,9	27,2	54,5

Из анализа данных таблицы видно, что за период исследования наилучшими показателями в фазу начала цветения обладает пырей средний, сорт Ставропольский 1 при ширине междурядья 30 см. (средняя высота растений составила 56,7 см.)

Бобовые культуры, такие как люцерна, известны своей способностью фиксировать атмосферный азот [4]. Это позволяет не только улучшить плодородие почвы, но и существенно снизить потребность в удобрениях. Их возделывание имеет свои особенности:

Севооборот: Бобовые культуры следует внедрять в севооборот с злаковыми. Это позволяет улучшить структуру почвы и восполнить запас питательных веществ.

Запас влаги: Бобовые требуют большего количества влаги на начальном этапе вегетации, поэтому важно выбрать время посева с учетом осадков.

Борьба с болезнями: необходимо учитывать возможные заболевания бобовых, такие как мучнистая роса, и проводить профилактические меры, включая севооборот и использование устойчивых сортов [5]. Наблюдения за ростом и развитием изучаемых растений позволили установить видовые особенности растений в формировании надземной массы (таблица 2)

**Динамика роста люцерны желтой, сорт Злата
по годам исследования, см**

Междурядье см.	2020			2021			2022		
	Кушение	Колошение (выметывани е)	Начало цветения	Кушение	Колошение (выметывани е)	Начало цветения	Кушение	Колошение (выметывани е)	Начало цветения
50	9,3	26,1	54,2	7,9	23,6	49,8	8,7	26,4	54,8
30	7,1	20,6	50,6	7,5	22,3	48,2	8,3	25,0	52,1

Из данных таблицы видно, что наилучшими показателями в фазу начала цветения за период исследования обладает люцерна желтая при ширине междурядья 50 см. (средняя высота растений составила 52,9 см.)

Возделывание многолетних злаковых и бобовых культур не только способствует улучшению кормовой базы для животноводства, но и положительно сказывается на экосистеме [6]. Они способствуют улучшению структуры почв, повышению биоразнообразия и улучшению качества пастбищ. В результате, экономический эффект может быть значительным, так как качественные корма ведут к увеличению продуктивности скота и повышению рентабельности сельского хозяйства в регионе (рис. 1).



Рис. 1. Пойменные сенокосы и пастбища

Возделывание многолетних злаковых и бобовых культур в условиях пойменных пастбищ и сенокосов Северного Прикаспия имеет свои особенности, которые необходимо учитывать для достижения устойчивых результатов. Сочетание правильно подобранных сортов, разумная агрономическая практика и учет климатических факторов являются

ключом к успешному ведению сельского хозяйства в этом регионе [7]. Эти культуры не только улучшают продуктивность пастбищ, но и способствуют сохранению экосистемы.

Библиографический список

1. Гамидов, И. Р. Некоторые аспекты сохранения видового состава пастбищной растительности Северо-Западного Прикаспия / И. Р. Гамидов, Н. Р. Магомедов, В. К. Сердеров // Кормопроизводство. – 2015. – № 7. – С. 11-15.
2. Булахтина, Г. К. Результаты исследований различных приемов создания кормовых угодий в аридном регионе Северного Прикаспия / Г. К. Булахтина, Ю. Н. Подопригоров, А. А. Хюпинин // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 6(209). – С. 2-11.
3. Пучков, М. Ю. Подбор сортов многолетних трав для возделывания на засоленных и деградированных пастбищах в Северном Прикаспии / М. Ю. Пучков, Д. В. Воробьев, И. Ш. Шахмедов // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2016. – № 2(27). – С. 14-17.
4. Кадралиев, Д. С. Принципы формирования устойчивых пастбищных агрофитоценозов на эродированных землях в полупустынной зоне Прикаспия / Д. С. Кадралиев, А. В. Филиппова // Прикаспийский международный молодежный научный форум агропротехнологий и продовольственной безопасности 2017 : Сборник научных статей, Астрахань, 20–21 апреля 2017 года / Составители А.Р. Лозовский, О.Н. Беспалова, А.А. Айтпаева, Ю.И. Шахмедова. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2017. – С. 160-164.
5. Коломейченко, В. В. Больше внимания природным сенокосам и пастбищам / В. В. Коломейченко // Продукционные процессы и устойчивость растений. Том Часть 2. – Орел: Общество с ограниченной ответственностью полиграфическая фирма «Картуш», 2017. – С. 261-271.
6. Кулакова, Н. Ю. Перенос и аккумуляция биофильных элементов в пастбищных экосистемах Северного Прикаспия / Н. Ю. Кулакова, Г. Г. Суворов // Почвоведение. – 2023. – № 1. – С. 46-57.
7. Мелиоративная роль кустарниковых защитных полос на полупустынных пастбищах Северного Прикаспия / Г. К. Булахтина, Н. И. Кудряшова, Ю. Н. Подопригоров, А. А. Хюпинин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 1(58). – С. 73-79.

УДК 633:63:631:81

ВЛИЯНИЕ ПОДКОРМКИ КАРБАМИДОМ И АММИАЧНОЙ СЕЛИТРОЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И САХАРИСТОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Канаан Марк Джорджевич, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Кухаренкова Ольга Владимировна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, okuharenkova@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье представлены результаты полевого опыта на черноземе типичном по изучению влияния подкормки азотными удобрениями (карбамид, аммиачная селитра) на урожайность и содержание сахара в корнеплодах сахарной свёклы. Исследования выполнены в ООО «Добрыня» Липецкой области. Установлено, что форма и доза внесения азота оказывают влияние на изучаемые показатели: аммиачная селитра обеспечивает более высокую прибавку урожая по сравнению с карбамидом, увеличение дозы азота с N30 до N90 способствует увеличению урожайности корнеплодов и снижению их сахаристости

Ключевые слова: сахарная свёкла, урожайность, сахаристость, карбамид, аммиачная селитра, БТС 590, чернозём типичный

Введение. Сахарная свёкла (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.) является одной из важнейших технических культур России. Широко возделывается в Центрально-Чернозёмном регионе, а Липецкая область входит в тройку лидеров по производству сахарной свёклы в стране [5, 4]. Урожайность и содержание сахара в корнеплодах в значительной степени зависят от системы удобрения, особенно условий азотного питания растений [2, 3]. Азотные удобрения играют ключевую роль в формировании продуктивности сахарной свёклы, однако их избыточное внесение может приводить к снижению сахаристости и ухудшению технологических качеств сырья для сахарных заводов [1, 4, 6]. В связи с этим актуальным является поиск оптимальных форм и доз азота удобрений для конкретных почвенно-климатических условий.

Целью данного исследования являлось сравнительное изучение влияния карбамида и аммиачной селитры, внесенных в дозах N30, N60 и N90, на урожайность и сахаристость сахарной свёклы в агроэкологических условиях Добринского района Липецкой области.

Материалы и методы. Полевой опыт был заложен и выполнен в 2023 году на полях ООО «Добрыня» (52°38'с.ш. и 39°47'в.д.). Почва опытного участка – чернозём типичный тяжелосуглинистый среднегумусный (содержание гумуса – 6,2%). Агрохимическая характеристика: содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 145 мг и 210 мг/кг почвы соответственно, гидролитическая кислотность – 2,1 мг-экв/100 г почвы, pH_{KCl} – 6,8. Климат в регионе – умеренно-континентальный со среднегодовым количеством осадков 550 мм. Вегетационный период 2023 года характеризовался умеренными температурами и достаточным увлажнением, что благоприятствовало росту и развитию сахарной свёклы.

Объектом исследования служил высокоурожайный одноростковый диплоидный гибрид сахарной свёклы БТС 590, который включен в реестр допущенных в 2014 году и рекомендован для возделывания в Центрально-Чернозёмном регионе. Схема опыта включала 7 вариантов: 1. Контроль (без подкормки азотом). 2. Карбамид, N30. 3. Карбамид, N60. 4. Карбамид, N90. 5. Аммиачная селитра, N30. 6. Аммиачная селитра, N60. 7. Аммиачная селитра, N90. Азот вносили в подкормку в фазу 4-6 листьев (ВВСН 14-16) методом фертигации. Площадь опытной делянки – 50 м², повторность 4-кратная, с систематическим размещением вариантов.

Учёт урожайности проводили сплошным методом путем уборки и взвешивания корнеплодов с каждой опытной делянки и последующего пересчёта в т/га. Для определения сахаристости использовали рефрактометрический метод (ГОСТ 17421-82). Статистическая обработка данных была проведена с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) в программе Statistica 10.0. Достоверность различий оценивали по критерию LSD при $p \leq 0.05$.

Результаты и обсуждение. Под влиянием азотной подкормки увеличивалась урожайность сахарной свёклы. Наибольшая урожайность корнеплодов была получена при внесении аммиачной селитры в дозе N90 и составила 72,4 т/га, что было на 18,5% выше, чем в контрольном варианте опыта (61,1 т/га). При внесении карбамида также увеличивалась урожайность корнеплодов, при N90 она составила 68,7 т/га, но прибавка урожайности была меньше (таблица).

Таблица

Влияние азотного удобрения на урожайность и сахаристость сахарной свёклы

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, %	Сахаристость, %
Контроль, без азота	61,1	-	18,2
Карбамид, N30	63,8	4,4	17,8

Карбамид, N60	66,2	8,3	17,3
Карбамид, N90	68,7	12,4	16,8
Аммиачная селитра, N30	65,1	6,5	17,6
Аммиачная селитра, N60	69,5	13,7	17,0
Аммиачная селитра, N90	72,4	18,5	16,5
НСР ₀₅	2,8	-	-

Внесение азотного удобрения приводило к снижению содержания сахара в корнеплодах, более заметное на дозах азота N90 – на 1,4% в вариантах опыта с карбамидом и на 1,7% – в вариантах опыта с аммиачной селитрой. Самая высокая сахаристость была у корнеплодов в контрольном варианте опыта, где не применяли подкормку азотом – 18,2% (таблица).

Заклучение. Аммиачная селитра, внесенная в подкормку в фазу 4-6 листьев (ВВСН 14-16), обеспечивает более высокую прибавку урожая сахарной свеклы по сравнению с карбамидом в условиях Добринского района Липецкой области на чернозёме типичном. Увеличение дозы азота свыше N60 приводит к заметному снижению сахаристости корнеплодов. Оптимальной дозой внесения азота для гибрида БТС 590 следует считать N60, которая обеспечивает допустимый баланс между урожайностью (69,5 т/га) и сахаристостью корнеплодов (17,0%).

Библиографический список

1. Жеряков, Е.В. Влияние различных доз азотных удобрений на продуктивность сахарной свеклы / Е.В. Жеряков // Избранные вопросы науки XXI века: сборник научных статей. Том Часть 3. – Москва: Издательство "Перо", 2019. – С. 88-91. – EDN FBFАНВ.
2. Ильюшенко, И.В. Применение азотных удобрений под сахарную свеклу при различной обеспеченности черноземов минеральным азотом и подвижным фосфором / И.В. Ильюшенко // Агрохимический вестник. – 2018. – № 1. – С. 31-33. – EDN VZKJYD.
3. Сравнение разных марок комплексных и азотных удобрений при внесении под сахарную свеклу в Краснодарском крае / В.В. Носов, А.Ф. Пэлий, В.М. Кильдюшкин [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 6. – С. 19-28. – EDN OFLDKX.
4. Чететкина, И.В. Влияние азотных удобрений на продуктивность и качество сахарной свеклы / И.В. Чететкина, М.И. Гуляка // Сахарная свекла. – 2022. – № 3. – С. 21-22. – EDN OHQOYD.
5. Шпаар Д. и др. Сахарная свекла (Выращивание, уборка, хранение) // М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО». – 2006. – 488 с.
6. Hoffmann C.M., Kenter C. Yield potential of sugar beet–have we hit the ceiling? //Frontiers in plant science. – 2018. – Т. 9. – С. 289.

УДК 632.952; 620.187.2; 581.192

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КОЖУРЫ ЯБЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ПАРШОЙ, СОРТА И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ

Касатов Илья Сергеевич, соискатель кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, младший научный сотрудник УНКЦ «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов», bkbz@bk.ru

Аннотация: В работе исследовано влияние парши яблони (*Venturia inaequalis*) на элементный состав кожуры плодов сортов Мантет, Мелба и Лобо, выращенных в условиях Солнечногорского района Московской области. Оценка элементного состава проводилась методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) в комплексе со сканирующей электронной микроскопией. Участки были классифицированы на здоровые, деформированные и поражённые с признаками спороношения. Также выполнен анализ состава по четырём вариантам обработок, включая контроль, хозяйственную схему защиты и два опытных варианта с применением комбинаций контактных и системных фунгицидов. Применён однофакторный дисперсионный анализ по факторам: степень поражения, сорт и схема обработки. Установлено, что углерод, кислород и азот доминируют в составе кожуры, составляя до 97% общей массы, при этом содержание С, N и Al значительно снижается при поражении паршой, тогда как доля О, Mg, Na возрастает. Существенные различия между вариантами защиты подтверждают эффективность исследуемых схем с каптаном/трифлуксизтробином и дитианом/ципродинилом в стабилизации элементного состава кожуры. Различия по сортам наиболее выражены по азоту, натрию, хлору и кремнию. Полученные результаты указывают на возможность использования ЭДС-анализа как индикатора физиологического состояния плодов.

Ключевые слова: яблоня, парша, *Venturia inaequalis*, кожура плодов, элементный состав, энергодисперсионная спектроскопия, фунгициды.

Введение. Яблоня (*Malus domestica* Borkh.) является одной из приоритетных плодовых культур в структуре садоводства Российской Федерации. Яблоки, богаты клетчаткой, являются важным источником витаминов С, Е, группы В, А, К, и минералов, таких, как железо, калий, кальций, магний, медь, молибден, цинк и ряд других, необходимых для правильного рациона питания людей. По данным Минсельхоза, её насаждения составляют до 70% от общей площади садов, обеспечивая значительную часть товарной и перерабатываемой продукции. Однако, высокая плотность посадок, распространение интенсивных систем и климатические особенности региона ЦФО способствуют широкому развитию возбудителей болезней, в частности парши яблони (*Venturia inaequalis*), которая остаётся одним из наиболее опасных патогенов для культуры [1, 2].

Несмотря на разработку и внедрение многоуровневых систем защиты, эпифитотии парши продолжают наносить ощутимый ущерб. Парша поражает вегетативные органы и плоды, существенно снижая их товарные качества и потребительскую ценность. Поверхность поражённых плодов деформируется, формируются трещины и пробковые участки, ухудшается лёжка, снижается устойчивость к вторичным инфекциям [3].

Влияние болезни отражается на анатомо-морфологических и физиолого-химических характеристиках растений может приводить к изменению элементного состава тканей. Целью настоящего исследования является установление закономерностей изменения концентраций химических элементов в кожуре яблок под влиянием парши, а также выяснение связи между составом, сортовыми особенностями и применяемыми средствами защиты растений.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили плоды трёх сортов яблони: Мантет, Мелба и Лобо, выращенных в условиях Солнечногорского района Московской области. Оценку элементного состава кожуры проводили методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) с помощью приставки к электронному микроскопу Tescan MIRA3 LMN – AZtecOne X-act. Для изучения в СЭМ пробы кожуры яблок фиксировали в 10%-ом нейтральном формалине, промывали в дистиллированной воде, проводили через спирты возрастающей концентрации (от 30 до 100%) и ацетон. Далее высушивали в критической точке на установке Leica EM CPD300. Для создания токопроводящей поверхности, образцы напыляли золотом на установке S150A Sputter Coater. [4].

Каждый выделенный спектр на снимке был классифицирован по трём категориям состояния кожуры: здоровый участок, деформированный (механически изменённый с растяжками или трещинами, но без явных признаков споруляции), и поражённый (с наличием некрозов и спороношения). Варианты обработок фунгицидами для защиты от парши включали: схема №1 с применением фунгицидов на основе каптана и трифлуксистробина, схема №2 с применением дитианона и ципродинила, №3 контроль - обработка водой, и №4 вариант с традиционной схемой защиты, используемой в хозяйстве.

Статистическая обработка включала серию однофакторных дисперсионных анализов (ANOVA), выполненных для каждого химического элемента, по трём независимым факторам.

Результаты и обсуждение. В коже яблок во всех вариантах обработок доминировали углерод, кислород и азот, что отражает органическую природу тканей — преобладание целлюлозы, пектинов и других полисахаридов, а также метаболитов, содержащих азот. В среднем содержание углерода составляло 70–85%, кислорода — 12–30%, азота — до 10,5%. Магний, натрий, кремний, железо, алюминий, фосфор и хлор встречались в меньших количествах (от 0,05 до 2%). Микроэлементы вроде цинка, брома и молибдена фиксировались эпизодически, преимущественно в поражённых тканях (рис.1).

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали статистически значимые различия по влиянию сорта на содержание восьми элементов. Наиболее выраженными оказались различия по азоту ($p < 0,00001$), максимальное содержание которого отмечено у сорта Мантет (15,64%), минимальное — у Мелба (4,66%). Существенные различия также выявлены по натрию ($p = 0,00001$), хлору ($p = 0,00153$) и кремнию ($p = 0,01064$), что может указывать на сортовые особенности формирования структурных барьеров кожуры.

Железо, алюминий, фосфор и кислород также продемонстрировали умеренно значимые различия ($p < 0,05$). Так, содержание Fe варьировало от 0,39% (Мелба) до 0,64% (Мантет), а содержание О — от 17,22% (Мантет) до 20,76% (Лобо). Таким образом, сорт оказывает влияние на уровень макро- и микроэлементов, особенно по показателям, связанным с метаболизмом азота, ионным транспортом и антиоксидантной активностью.

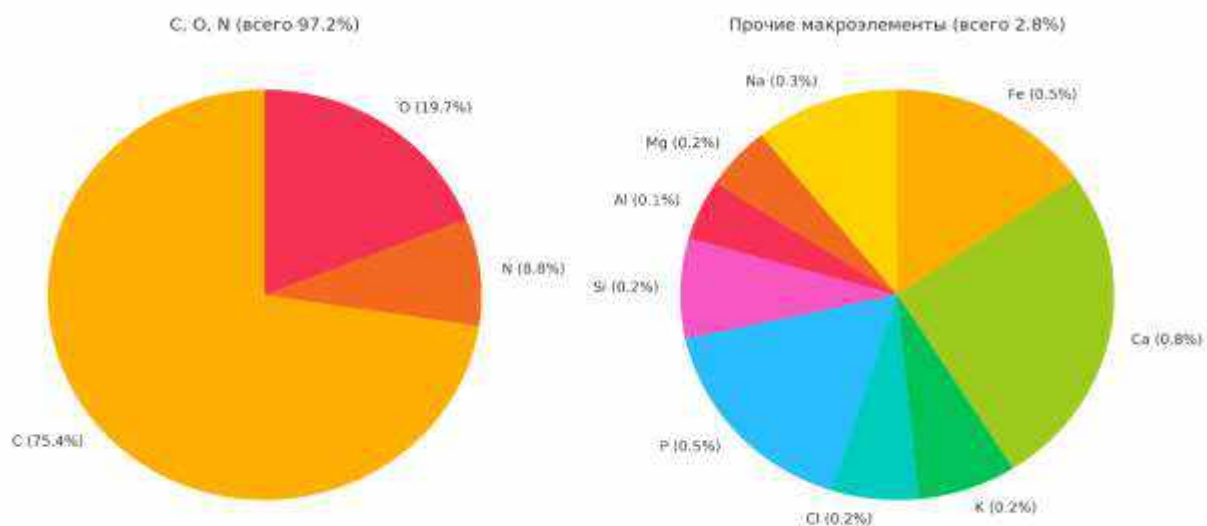


Рис. 1. Содержание элементов (%) в коже яблок (слева - углерод, кислород и азот – в сумме 97,2% от общего содержания элементов. Справа – остальные макроэлементы. (Солнечногорский район, Московская область, 2024 г.)

В вариантах с разными системами защиты яблони от парши существенные различия

отмечены в первую очередь по содержанию азота ($p = 0,000014$). Среднее содержание азота было максимальным в варианте с Системой защиты №1 (9,77%), тогда как в варианте №2 оно снижалось до 4,43%. Кислород также варьировал между вариантами с высокой достоверностью ($p = 0,00008$). Его содержание достигало 24,28% в варианте с обработками хозяйства, что может свидетельствовать о выраженном окислительном стрессе. При использовании систем защиты уровень кислорода снижался до 16,06–18,82%. Максимальные значения хлора, показавшего значимые различия ($p = 0,00355$), были зарегистрированы в варианте 2, что может интерпретироваться как ответ на применение пестицидов. Умеренно значимые различия зафиксированы для алюминия ($p = 0,03007$) и магния ($p = 0,04485$). Варианты с исследуемыми схемами защиты сохраняли более высокий уровень Mg.

Анализ элементного состава в зависимости от степени поражения паршой показал, что наиболее высокие различия наблюдаются по содержанию углерода, кислорода и азота, что соответствует основным структурным и метаболическим изменениям в тканях плодов. Углерод сохранял лидирующую долю во всех категориях, однако его содержание значительно снижалось по мере усиления поражения. В здоровых участках оно составляло 81,39%, в деформированных — 81,13%, а в поражённых зонах снижалось до 68,55%. Это указывает на частичную деградацию клеточных стенок, восков и пектинов под действием патогена. Азот, как компонент белков, аминокислот и нуклеиновых кислот, также демонстрировал резкое снижение: от 18,17% в здоровой кожуре до 10,34% в деформированной и 7,52% в поражённой. Это может свидетельствовать о катаболизме белков, снижении метаболической активности. В противоположность этому, кислород, отражающий степень окислительных процессов, возрастал от 15,17% в здоровой кожуре до 24,71% в поражённой. Такая динамика указывает на активацию окислительного стресса.

Среди микроэлементов изменения были менее выраженными, однако значимыми. Магний, участвующий в фотосинтетических и энергетических процессах, возрастал с 0,11% до 0,22% в деформированной кожуре. Натрий, часто вовлечённый в ионные обмены при нарушении осмотического гомеостаза, увеличился с 0,19% до 0,37% в поражённых тканях. Содержание алюминия оказалось наибольшим в здоровых тканях 0,33%. В деформированных и поражённых участках оно снижалось до одинакового уровня 0,11%. По остальным элементам различия оказались статистически не значительными (таблица 1).

Таблица 1

Средние показатели элементного состава (%) кожуры яблок в зависимости от поражения паршой (Солнечногорский район, Московская область, 2024 г.)

Содержание элементов, %	Категории участков, выделенных на кожуре яблок		
	Здоровый	Деформированный	Поражённый
C	81,39	81,13	68,55
N	18,17	10,34	7,52
O	15,17	15,72	24,71
Na	0,19	0,33	0,37
Mg	0,11	0,22	0,15
Al	0,33	0,11	0,11
Si	0,22	0,18	0,27
P	0,39	0,61	0,53
Cl	0,13	0,18	0,22
K	0,04	0,13	0,24
Ca	0,39	1,09	0,83
Fe	0,5	0,45	0,48

Результаты исследования показывают, что элементный состав кожуры яблок существенно зависит от степени поражения паршой, сортовой принадлежности и

применяемой схемы защиты растений. Основные различия между поражёнными и здоровыми участками касаются содержания углерода, кислорода, азота, натрия, магния и алюминия, отражая биохимические и структурные изменения в покровных тканях. Защитные обработки на основе комбинированного применения фунгицидов на основе каптана/трифлуксистробина и дитианона/ципродинила опосредованно снижают окислительные процессы коры и влияют на содержание кислорода, азота, хлора, магния и алюминия. Сорт оказывает влияние на уровень макро- и микроэлементов, особенно по показателям, связанным с метаболизмом азота, ионным транспортом и антиоксидантной активностью.

Библиографический список

1. Pikunova, A. V. The Racial Composition of *Venturia inaequalis* in Environments of the Oryol Region / A. V. Pikunova, E. N. Sedov // *Mycology and Phytopathology*. – 2019. – Vol. 53, No. 5. – P. 293-300. – DOI 10.1134/S0026364819050040. – EDN ZCLIQH.
2. Kasatov, I. S. Investigation of the chlorophylls and flavonoids content in apple leaves under conditions of various scab protection systems / I. S. Kasatov, A. A. Anisimov, O. O. Beloshapkina // *BIO Web of Conferences*. – 2024. – Vol. 139. – P. 04007. – DOI 10.1051/bioconf/202413904007. – EDN OQJPXK.
3. Белошапкина, О. О. Влияние химических и биологических препаратов на *Venturia rugina* - возбудителя парши груши / О. О. Белошапкина, И. Н. Н. Вахших, А. С. Рябченко // *Микология и фитопатология*. – 2015. – Т. 49, № 1. – С. 50-55. – EDN THQOAX.
4. Хацаева, Р. М. Морфофункциональные адаптации органов пищеварения полорогих (Bovidae): монография / Р. М. Хацаева. - М.: КМК, 2018. - 334 с.

УДК 932.9

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ФЕРОМОНОВ СОВОК РОДА *CHRYSODEIXIS* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Коверда Анна Александровна, к.х.н., н.с. лаб. синтеза феромонов, Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), koverdaanna@yandex.ru

Федосеев Назар Зиновьевич, ст.н.с. лаб. синтеза феромонов, Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), nazfed@mail.ru

Растегаева Валентина Михайловна, к.х.н., зав. лаб. синтеза феромонов, Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), vrastr@mail.ru

Аннотация: Разработан и оптимизирован метод синтеза Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac) – основного компонента феромонов совок рода *Chrysodeixis* (Lepidoptera: Noctuidae), который предусматривает использование в ключевых стадиях реакцию алкилирования α -хлор- Ω -бромалканом соответствующего литиевого производного в аммиаке.

Ключевые слова: феромоны насекомых, совки рода *Chrysodeixis*, золотистая двухпятнистая совка *Chrysodeixis chalcites*, органический синтез, алкилирование.

Совки рода *Chrysodeixis* (Lepidoptera: Noctuidae) во многих странах мира известны как серьезные вредители овощных, зеленных, декоративных и ряда других экономически важных сельскохозяйственных культур [1]. Несмотря на то, что виды данного рода обитают преимущественно в странах тропического и субтропического пояса, вредоносные временные популяции часто образуются в летний период в гораздо более северных регионах. В странах умеренного климата наиболее серьезный ущерб гусеницы совки наносят тепличным хозяйствам, поскольку в условиях закрытого грунта вредитель способен развиваться

круглогодично. В частности, от гусениц золотистой двухпятнистой совки *Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789) часто страдают растения томата, перца, огурца, гороха, салата, укропа, гвоздики, хризантемы, герберы, амариллиса. Симптомы повреждения и признаки присутствия золотистой двухпятнистой совки не являются видоспецифичными – они характерны для многих представителей семейства *Noctuidae* и часто могут не проявляться, что необходимо учитывать при визуальном осмотре и отборе образцов [2].

Мониторинг территории Российской Федерации по данному карантинному организму до последнего времени не проводился, поэтому разработка феромонного препарата является актуальной задачей, что позволит существенно облегчить и ускорить процесс мониторинга и выявления *Chrysodeixis chalcites* в местах производства, переработки и хранения, а также сократить потребность в химических средствах защиты растений, что, в свою очередь, обеспечит повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на мировом рынке [3]. Использование феромонных ловушек имеет ряд преимуществ над другими (световыми и пищевыми) ловушками, а именно: феромоны видо- или родоспецифичны, влияют только на определенный вид или род, не оказывая отрицательного влияния на других животных, а входящие в их состав химические соединения не ядовиты и используются в таких малых количествах, которые не могут отрицательно влиять на человека и на окружающую среду [4].

В ряде работ описан состав феромонной смеси золотистой двухпятнистой совки *Chrysodeixis chalcites*, зелёной садовой совки *Chrysodeixis eriosoma*, который представляет собой смесь нескольких ацетатов моноеновых спиртов (Таблица 1). В литературе также указывается, что Z7-додеценилацетат (Z7-12Ac) и Z9-тетрадеценилацетат (Z9-14Ac) в соотношении 5:1 соответственно являются основными компонентами природного полового феромона самки *Chrysodeixis chalcites*, что делает их необходимыми компонентами феромонной ловушки для привлечения самцов.

Таблица 1

Состав феромонной смеси золотистой двухпятнистой совки *Chrysodeixis chalcites*, зелёной садовой совки *Chrysodeixis eriosoma*.

Карантинный вредитель	Ацетат моноенового спирта				Литературный источник
	Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac)	Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac)	Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac)	Z9-додецен-1-ола (Z9-12Ac)	
<i>Chrysodeixis chalcites</i>	+	+	-	+	[5]
<i>Chrysodeixis eriosoma</i>	+	+	+	+	[6]

Феромоны этих двух близкородственных видов обладают перекрестным воздействием на самцов, поэтому при разработке и оптимизации синтеза синтетического феромонного препарата для *C. chalcites* мы опирались на данные по обоим видам совок.

Самый распространённый метод синтеза ацетатов моноеновых спиртов заключается в использовании реакции алкилирования терминальных ацетиленовых групп функционально замещенными галогенидами, с последующем гидрированием тройной связи с применением палладиевого или никелевого катализаторов. Этот способ имеет весомый недостаток, который заключается в необходимости защиты гидроксильной группы с помощью тетрагидропиранильной защиты, которая очень неустойчива при высоких температурах и в кислых условиях, которые требуют особых мер безопасности и энергетических затрат. Эти факторы затрудняют масштабирование известных способов получения. При этом в схеме синтеза добавляются 2 дополнительные стадии (постановки и снятия защиты). Кроме этих методов существуют способы синтеза данных соединений с использованием реакции

Виттига, в которых *Z*-двойная связь образуется в результате реакции алкилидентрифенилфосфоранов с карбонильными соединениями. Этот способ имеет весомый недостаток: реакция протекает не стереоспецифично, осложнена разделением изомеров, а также при этом приходится работать с неустойчивыми альдегидами.

Нами предложена схема синтеза *Z*7-додецен-1-илацетата (**I**), основанная на замене гидроксильной группы на хлор на стадии алкилирования в аммиаке, что позволяет упростить и удешевить производство данного соединения.

Разработанный нами синтез *Z*7-додецен-1-илацетата (**I**) осуществлен по схеме, изображенной на рисунке 1.

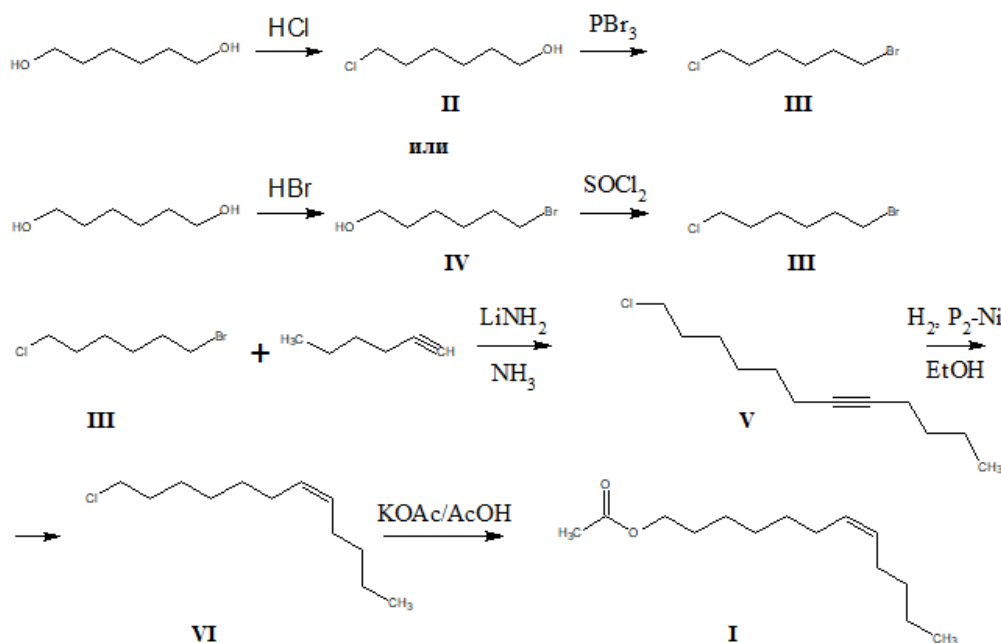


Рис.1 Схема получения *Z*7-додеценилацетата (**I**)

В качестве исходного соединения использовали гексаметиленгликоль, который кипятили в бензоле при интенсивном перемешивании с соляной кислотой (3:2), полученный гексаметиленхлоргидрин (**II**) обработали бромидом фосфора с получением 1-хлор-6-бромгексана (**III**).

Другой путь синтеза 1-хлор-6-бромгексана (**III**) заключается в обработке гексаметиленгликоля бромистоводородной кислотой, с получением гексаметиленбромгидрина (**IV**), обрабатывая который тионилхлоридом получают 1-хлор-6-бромгексан (**III**).

Гексириллитий в аммиаке обрабатывают 1-хлор-6-бромгексаном (**III**) в тетрагидрофуране и получают 1-хлордодец-7-ин (**V**). Полученное соединение (**V**) гидрируют в этаноле над никель-боридным катализатором P2-Ni и выделяют (*Z*7)-1-хлордодец-7-ен (**VI**), обработка которого ацетатом калия в уксусной кислоте приводит к *Z*7-додеценилацетату (**I**).

Данный способ получения *Z*7-додецен-1-илацетата (**I**) позволяет сократить количество стадий, поскольку значительное отличие в энергиях активации хлор- и бромалканов дает возможность проведения стадии алкилирования между 1-бром-6-хлоргексаном (**VI**) и 1-гексином, где реагирует только более реакционноспособный бром. Благодаря этому исключаются две дополнительные стадии (введения и снятия тетрагидропиранильной защиты).

Описанная схема синтеза *Z*7-додецен-1-илацетата (**I**) позволяет упростить и удешевить производство компонентов синтетического феромона для выявления и

мониторинга золотистой двухпятнистой совки *Chrysodeixis chalcites*, что делает феромонный препарат более доступным для широкого применения в практике службами карантина и защиты растений.

Библиографический список

1. CABI. – URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/13243>. свободный (дата обращения: 30.05.2025). – Текст : электронный.
2. Атанов, Н. М., Кузин, А. А. К вопросу об испытаниях аттрактивности феромонов насекомых в полевых условиях, Защита и карантин растений. – №6. – 2018 г. – С.38-41.
3. Гричанов, И. Я., Кононенко А. П. Отлов *Chrysodeixis chalcites*, *Trichoplusia ni* и *Autographa gamma* на синтетический половой аттрактант // Изв. АН Тадж. ССР, отд. биол. н. – 1989. – Т. 115. – № 2. – С. 64-67.
4. Пономарёв, В. Л., А. А. Коверда, Н. З. Федосеев, В. М. Растегаева, О. А. Широкова. ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ СИНТЕТИЧЕСКОЙ ФЕРОМОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ЗОЛОТИСТОЙ ДВУХПЯТНИСТОЙ СОВКИ *CHRYSODEIXIS CHALCITES* (ESPER, 1789) // Материалы международной научно-практической конференции «Защита и карантин растений. Здоровые растения – здоровая нация», Фитосанитария. Карантин растений. 2024. – (4SB (20C)). – С. 64-65.
5. Синицына, Е. В., Глебов, В. Э., Федосеев, Н. З., Кулакова, Н. И. Разработка феромонного препарата для мониторинга золотистой двухпятнистой совки *Chrysodeixis chalcites* // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2(62). – С. 246-259.
6. Inomata S.I., Komoda M., Watanabe H., Nomura M., Ando T. Identification of sex pheromones of *Anadevidia peponis* and *Macdunnoughia confusa* and field tests of their role in reproductive isolation of closely related Plusiinae moths // Journal of Chemical Ecology. – 2000. – Vol. 26. – № 2. – P. 443-454.

УДК: 631.51

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА» НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Максим Александрович Константинов, аспирант кафедры Земледелия и МОД ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, konstanta.m.00@mail.ru
Научный руководитель: Плескачев Юрий Николаевич, д.с-х. н., профессор кафедры Земледелия и МОД Москва, РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, pleskachiov@yandex.ru

Аннотация. Изучена отзывчивость сортов озимой пшеницы на уровни минерального питания и средства защиты растений. Предоставлены данные фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза.

Пшеница- одна из самых древнейших и социально значимых культур в истории земледелия. Она занимает ведущие позиции в мировом производстве продовольствия и выращивается на всех материках, за исключением Антарктиды. По данным глобальной статистики, ежегодная посевная площадь пшеницы достигает порядка 220 миллионов гектар, а суммарный мировой сбор зерна превышает 600 миллионов тонн. Этот злак составляет основу рациона более чем трети населения планеты и остается ключевым компонентом продовольственной безопасности во многих странах [1].

Высокая пищевая ценность пшеницы обусловлена ее сбалансированным химическим составом. Зерно содержит от 13% до 21% белка, до 65 % безазотистых веществ, 2% клетчатки. Оно богато витаминами группы В, провитамином А и другими биологически

активными соединениями. Благодаря наличию ферментов, запасенные питательные вещества в зерне трансформируются в легко усвояемую форму, обеспечивая интенсивное развитие зародыша при прорастании [3].

На сегодняшний день производство зерна остается одним из ведущих направлений в агропромышленном комплексе. За последние два десятилетия Россия уверенно вышла из статуса импортёра зерна и превратилась в одного из мировых лидеров по экспорту зерновых культур. Динамика урожайности демонстрирует устойчивый рост, что свидетельствует о значительном прогрессе в отечественном растениеводстве.

Одним из ключевых факторов, стимулирующих дальнейшее развитие зернового сектора является растущий спрос на хлебобулочные изделия, а также интенсификация животноводства, где зерно служит основным компонентом кормовых рационов. Эти тенденции формируют устойчивую потребность в совершенствовании агротехнологий, ориентированных на конкретные почвенно-климатические условия и специфику каждого хозяйства.

Современные государственные программы по поддержке сельского хозяйства активно способствуют внедрению инновационных подходов в агропроизводство. Одним из более эффективных путей повышения урожайности является интенсивная технология возделывания, включающая применение высокоурожайных сортов, оптимизированные схемы внесения удобрений, а также точное соблюдение агротехнических сроков. Применение таких методов способно обеспечить прирост урожайности на 30-50% по сравнению с традиционными системами [2,5].

Для получения высоких и стабильных урожаев необходимо учитывать совокупность факторов, влияющих на рост и развитие пшеницы. Некоторые из них универсальны-тепло, влага, свет, структура и водно-физические свойства почвы. Однако другие параметры могут быть варьированы и оптимизированы: это выбор районированного сорта, дозировка и сроки внесения минеральных удобрений, использования защитных средств от вредителей, болезней и сорной растительности [7].

На примере Московской области, где озимая пшеница занимает свыше 80 тыс.га., видно, что при средней урожайности около 3т/га потенциал культуры еще далек от своего предела. Согласно задаче поставленной губернатором Московской области А.Ю. Воробьевым, посевные площади озимой пшеницы в регионе планируется увеличить до 150 тыс.га. Решение этой задачи во многом связано с внедрением новых интенсивных сортов, адаптированных к местным условиям. Как подчеркивает академик Б. И. Сандухадзе, целенаправленная селекционная работа, которая на протяжении более века велась в условиях Нечерноземья, позволила получить сорта, способные формировать урожайность на уровне 11-14 т/га при соблюдении агротехнических требований. Это доказывает, что при грамотном управлении ресурсами и применении современных научных достижений, Московская область обладает высоким потенциалом в производстве качественного зерна [6,8,9].

Материалы и методика исследований. Опыт проводился по двухфакторной схеме:

Фактор А - сорта озимой пшеницы.

Фактор В - дозы внесения макроэлементов различного уровня и средства защиты растения (различия в технологиях).

Таблица 1

Схема опыта

Фактор А	Фактор В
Московская 40	1.Базовая технология
	2.Интенсивная технология
	3.Высокоинтенсивная технология
	1.Базовая технология

Немчиновская 85	2.Интенсивная технология
	3.Высокоинтенсивная технология
	1.Базовая технология
	2.Интенсивная технология
	3.Высокоинтенсивная технология

В условиях базового варианта технологии защиты растений мероприятия проводились исключительно в осенний период. Для контроля сорной растительности применяли гербицид «Линтур». Одновременно осуществлялась обработка инсектицидом «Данадим Эксперт» для подавления вредителей. Регулятор роста «Импакт СК» применялся по прогнозу фазового развития растений.

При интенсивной технологии средства защиты растений вносились: с осени (гербициды, инсектициды и фунгициды) – Линтур + Вантекс + Импакт СК, весной – инсектицид Данадим + фунгицид Альто супер + ретардант Сапресс. Весной при наличии мятликовых сорняков применяли Фокстрот + Агроксон, Сапресс. Фунгициды Импакт + Данадим Пауер. Защита колоса по прогнозу.

В условиях высокоинтенсивной технологии мероприятия по защите начинались с осеннего периода. На стадии всходов растения обрабатывались баковой смесью, включающей гербицид – Аккурат Экстра, инсектицид- «Данадим Пауер» и регулятор роста «Импакт СК». Весной, в фазу выхода в трубку, применялся фунгицид на основе тебуконазола в сочетании с ретардантом (тринексапак-этил). Для защиты колоса проводилась обработка препаратом, содержащим азоксистробин, флутриафол и гамма-цигалотрин, обеспечивающим комплексное фунгицидное и инсектицидное действие.

Посев осуществлялся с использованием зерновой сеялки «Amazon D9 - 40» при норме посева 5 млн всхожих семян на гектар.

Результаты исследования и наблюдения. Фотосинтез является одним из основных физиологических процессов, определяющих продуктивность растений. Поэтому все агротехнические приемы должны быть направлены на создание максимально благоприятных условий для его эффективного протекания.

Солнечное излучение является одним из важнейших факторов, определяющих формирование урожая. Согласно данным мониторинга развития листового аппарата у выбранных сортов озимой пшеницы, по мере прохождения фено.фаз отмечалось, что величина ФП находилась в прямой зависимости как от погодных условий — в частности, от суммарного поступления фотосинтетически активной радиации (ФАР) в течение вегетации, — так и от применяемой агротехнологии. Такие её элементы, как уровень минерального питания и правильно подобранная стратегия защиты растений от сорняков, болезней и вредителей продлевали функционирование зеленой (ассимиляционной) поверхности листовой пластины, что в свою очередь сказывалось на эффективности фотосинтетической активности.

Сорт	Технология	Фотосинтетический потенциал (ФП), млн. м²·сутки/га		Чистая продуктивность фотосинтеза ($\bar{C}_{\text{ф.ф.}}$), кг. зерна / тыс. м² в сутки		r
		min	max	min	max	
Московская 40	1	2,21	5,30	1,75	2,48	-0,72
	2	3,16	6,84	1,52	2,14	
	3	3,84	8,19	1,37	1,95	
Уравнение регрессии:		$\bar{C}_{\text{ф.ф.}} = - 0,007 \text{ ФП}^2 - 0,038 \text{ ФП} + 2,22$				
Московская 27	1	2,13	5,20	1,66	2,47	-0,87
	2	3,45	7,49	1,22	1,88	
	3	4,63	8,66	1,18	1,76	
Уравнение регрессии:		$\bar{C}_{\text{ф.ф.}} = - 0,014 \text{ ФП}^2 - 0,292 \text{ ФП} + 2,72$				
Немчиновская 85	1	2,26	5,92	1,66	2,10	-0,78
	2	3,56	8,12	1,37	1,70	
	3	5,42	8,90	1,19	1,54	
Уравнение регрессии:		$\bar{C}_{\text{ф.ф.}} = - 0,021 \text{ ФП}^2 - 0,384 \text{ ФП} + 2,95$				

Рис. 1. Фотосинтетическая деятельность сортов озимой пшеницы 2018-2023 г.

Фотосинтетический потенциал исследуемых сортов озимой пшеницы варьировал в зависимости от года выращивания. У сорта Московская 40 данный показатель колебался от 2,2 до 5,3 млн м²·сут./га, у сорта Московская 27 — от 2,1 до 5,2 млн м²·сут./га, а у сорта Немчиновская 85 — от 2,3 до 5,9 млн м²·сут./га. Отмечено, что с увеличением уровня интенсивности применяемой технологии наблюдался рост фотосинтетического потенциала, который достигал наивысших значений при использовании высокоинтенсивного подхода к возделыванию.

Максимальные значения ФП регистрировались в годы с благоприятными погодными условиями, характеризующимися достаточным увлажнением и высоким суммарным накоплением эффективных температур. В такие годы сорт Московская 40 демонстрировал фотосинтетический потенциал до 8 млн м²·сут./га, сорт Московская 27 — до 8,7 млн м²·сут./га, а Немчиновская 85 достигал наивысшего значения — 9 млн м²·сут./га.

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Годы исследований						Среднее за 2018-2023 гг.	Прибавка к базовой технологии	
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		т/га	%
Московская 40	1	5,18	7,78	9,14	6,13	4,62	7,44	7,78	—	—
	2	8,36	8,16	10,38	8,81	5,33	8,67	8,29	0,51	6
	3	9,02	8,73	11,25	9,34	6,24	9,71	9,05	1,27	16
Среднее по сорту		7,52	8,22	10,26	8,09	5,40	8,61	8,02		
Московская 27	1	4,56	7,26	8,44	7,21	5,91	8,61	6,83	—	—
	2	6,21	7,95	9,16	9,96	6,55	9,93	8,21	1,38	20
	3	8,38	8,15	10,23	10,83	7,15	12,12	8,98	2,15	32
Среднее по сорту		6,38	7,79	9,28	9,33	6,54	10,22	8,00		
Немчиновская я 85	1	6,74	7,43	7,65	6,44	4,52	8,18	7,00	—	—
	2	7,27	8,25	9,74	9,15	5,66	9,17	8,29	1,30	19
	3	7,37	8,58	10,68	9,54	6,43	11,28	9,48	2,48	35
Среднее по сорту		7,13	8,09	9,36	8,38	5,54	9,54	8,26		
НСР ₀₅ (фактор А)		0,09	0,16	0,09	0,18	0,10	0,17	Среднее по технологиям		
НСР ₀₅ (фактор В)		0,05	0,09	0,07	0,18	0,10	0,15	1	2	3
НСР ₀₅ (частных различий)		0,15	0,27	0,21	0,35	0,20	0,29	7,20	8,26	9,17
								—	1,06	1,97

Рис. 2. Урожайность сортов озимой пшеницы (2018-2023 гг.), т/га

В годы с благоприятными климатическими условиями, характеризующимися достаточным уровнем увлажнения (2020 и 2023 гг.) и накоплением необходимого количества эффективных температур, урожайность озимой пшеницы на фоне базовой технологии варьировала в зависимости от сорта: от 8,18 т/га у сорта Немчиновская 85 до 9,14 т/га у сорта Московская 40.

При переходе к интенсивным методам агротехники наблюдался рост выходной продукции. Наивысшие показатели по данной технологии были зафиксированы у сорта озимой пшеницы «Московская 27» - от 10,2 до 12,1 т/га. Урожайные показатели у сортов «Московская 40» и «Немчиновская 85» оказались ниже и находились на уровне 10,4-11,3 и 9,7-11,3 т/га.

В результате многолетних опытов и наблюдений было установлено, что при высокоинтенсивном методе возделывания озимой пшеницы сорт «Немчиновская 85» обеспечил прибавку урожайности на 35% по отношению к базовой технологии и равнялся на уровне 8,26 т/га. А сорта «Московская 27» и «Московская 40» эти показатели зафиксировались на уровне 32 и 16%.

Заключение. Опираясь на данные, представленные выше, можно констатировать, что прибавка урожайности озимой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка» по всем сортам напрямую зависит от интенсивности технологии.

Библиографический список

1. Ахметгареев Р.Ф., и др. Интенсификация сельскохозяйственного производства – основа продовольственной обеспеченности региона // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 3. – С. 81–84.
2. Ваулина Г.И. Эффективность минеральных удобрений и других средств химизации при возделывании разных сортов зерновых культур на дерново-подзолистой

тяжелосуглинистой почве в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: дис. ... д-ра с.-х. наук. – М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2007. – С. 131–140.

3. Василенко И.И., Комаров В.И. (сост.). Оценка качества зерна: справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.

4. Воронов С.И., Бородычев В.В., Медведев А.М., и др. Современные технологии возделывания полевых культур в наукоемкой биологизации земледелия и воспроизводства почвенного плодородия // Инновационные технологии создания и возделывания полевых культур в Нечерноземной зоне Российской Федерации. – Волгоград: ИПК Нива, 2021. – С. 60–65.

5. Воронов С.И., Плескачев Ю.Н., Черноморов Г.В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от листового внесения КАС и регуляторов роста // Проблема развития АПК региона. – Махачкала, 2020. – № 1. – С. 19–22.

6. Воронов С.И., Бородачев В.В., Плескачев Ю.Н., Басакин М.П., Шиянов К.В. Влияние способов обработки почвы на засоренность и продуктивность озимой пшеницы // Аграрная Россия. – 2020. – № 9. – С. 3–7.

7. Костин В.И., Ерофеева Е.Н. Адаптация популяции озимой пшеницы к абиотическим факторам среды в осенне-зимне-весенний период под действием природных регуляторов роста // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6 (68). – С. 9–13.

8. Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В., Кочетыгов Г.В. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности Российской Федерации. – М.: НИПКЦ «Восход-А», 2011. – 156 с.

9. Технология производства зерна озимых зерновых культур в Центральном федеральном округе Российской Федерации: рекомендации / под ред. чл.-корр. РАН В.Ф. Васютина. – М.: Изд-во «Агрорус», 2015. – 175 с.

УДК:633.162

ЯЧМЕНЬ: ПЛОЩАДИ, УРОЖАЙНОСТЬ – ВАЖНЫЕ ФАКТЫ И АНАЛИЗ

Ламмас Мария Евгеньевна, к. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lammas.me@mail.ru

Шитикова Александра Васильевна - доктор с.-х. наук, и.о. директора института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plant@rgau-msha.ru

Аннотация: Обзорная статья посвящена анализу урожайности ярового ячменя за 2024 год, с акцентом на его продуктивность и динамику посевных площадей как в России, так и в мировом контексте. В статье рассматриваются ключевые факторы, влияющие. Обзор включает анализ рыночной ситуации, спроса на яровой ячмень, а также сравнение с другими культурами.

Ключевые слова: яровой ячмень, посевные площади, урожайность.

Яровой ячмень занимает важное место в аграрном секторе многих стран, выступая одним из ключевых злаков, используемых как в продовольственных, так и в кормовых целях. С каждым годом его значение возрастает, что связано с растущим спросом на высококачественные корма для скота и продукцию для людей. В 2024 году внимание агрономов, исследователей и фермеров было сосредоточено на оценке урожайности ярового ячменя, так как эта культура демонстрирует высокую степень адаптивности к различным климатическим условиям и агрономическим практикам.

Ожидалось, что за 2024 год посевные площади ярового ячменя как в России, так и в мире будут расти и варьировать в зависимости от ряда факторов, включая климатические условия, рыночные цены и агрономические технологии.

Важной задачей является анализ и понимание изменений в развитии ярового ячменя, что позволит не только повысить уровень его урожайности, но и обеспечить устойчивое развитие сельскохозяйственного производства

Согласно данным материала, сборы ячменя (здесь и далее - озимого и ярового, суммарные показатели) в РФ в 2024 году, по предварительным данным Росстата, снизились до 16 666,9 тыс. тонн, что на 21,2% (на 4 479,8 тыс. тонн) меньше, чем в 2023 году [1].



Рис. 1 Валовые сборы ячменя в России в 2001-2024 гг., тыс. тонн (источник: Росстат)

Снижение объема сборов произошло как за счет сокращения площадей (на 12,6% до 1 000,7 тыс. га), так и за счет некоторого снижения урожайности (на 9,0% до 24,6 ц/га убранной площади). [1]

В России, по предварительным данным Росстата, в 2024 году сборы ячменя (озимого и ярового, суммарные показатели) снизились до 16 666,9 тыс. тонн, что на 21,2% (на 4 479,8 тыс. тонн) меньше, чем в 2023 году. Сокращение объема сборов произошло как за счёт сокращения площадей (на 12,6% до 1 000,7 тыс. га), так и за счёт некоторого снижения урожайности (на 9,0% до 24,6 ц/га убранной площади). [1]

Согласно данным Росстата по валовым сборам ячменя с 2001 по 2024 гг., можно отметить высокие показатели по сборам ячменя в 2008, 2022 и 2023 гг. Наименьший валовый сбор был в 2010 гг., который характеризовался тяжелыми климатическими условиями в виде засухи, смога. [2]

В 2024 году валовой сбор зерна составил около 125,9 млн. тонн, а в 2023 году 145 млн. тонн. Валовый сбор ячменя был ниже 2022-2023 гг. на 71,2-78,8%. В том числе, валовой сбор пшеницы в прошлом году составил около 82,59 млн. т против 92,85 млн. т в 2023-м. Урожай кукурузы составил 13,95 млн. т, что меньше сбора 2023-го (16,6 млн. т). Производство ржи снизилось с 1,7 млн. т до 1,16 млн. т.

Показатели сбора крупяных культур по сравнению с предварительными данными почти не изменились. Урожай риса составил 1,26 млн. т против 1,07 млн. т в 2023 году, гречихи - 1,2 млн. т (1,47 млн. т в 2023-м), овса - 3 млн. т (3,3 млн. т), проса - 324 тыс. т (450

тыс. т). Итоговый сбор зернобобовых культур составил 5,37 млн т против 5,95 млн т в 2023 году, в том числе гороха - 3,8 млн т против 4,7 млн т.

Урожай подсолнечника снизился с 17,2 млн т в 2023 году до 16,89 млн т в 2024 году. Предварительные данные по его сбору были немного ниже — 16,57 млн т. Соя было намолочено свыше 7 млн. т, что на 200 тыс. т больше, чем в 2023 г. Урожай рапса вырос с 4,2 млн т до 4,66 млн т.

Сахарной свеклы в 2023 году было 45,1 млн т что ниже показателя 2023 года (53,1 млн т). Валовой сбор картофеля во всех хозяйствах составил 17,83 млн т. В 2023-м было собрано 20,2 млн т. В сторону небольшого повышения были данные по урожаю овощей, где они составили 13,93 млн т. В 2023 году было получено овощей 13,8 млн т. [4,5]

В Европе, по информации сентябрьского бюллетеня MARS, перспективы урожайности яровых культур урожая-2024/25 ухудшились в Центральной и Восточной Европе. Так, экспертами был снижен прогноз урожайности для ярового ячменя с озвученных в августе 4,43 т/га до 4,40 т/га (4,08 т/га — в среднем за последние 5 лет). [3]

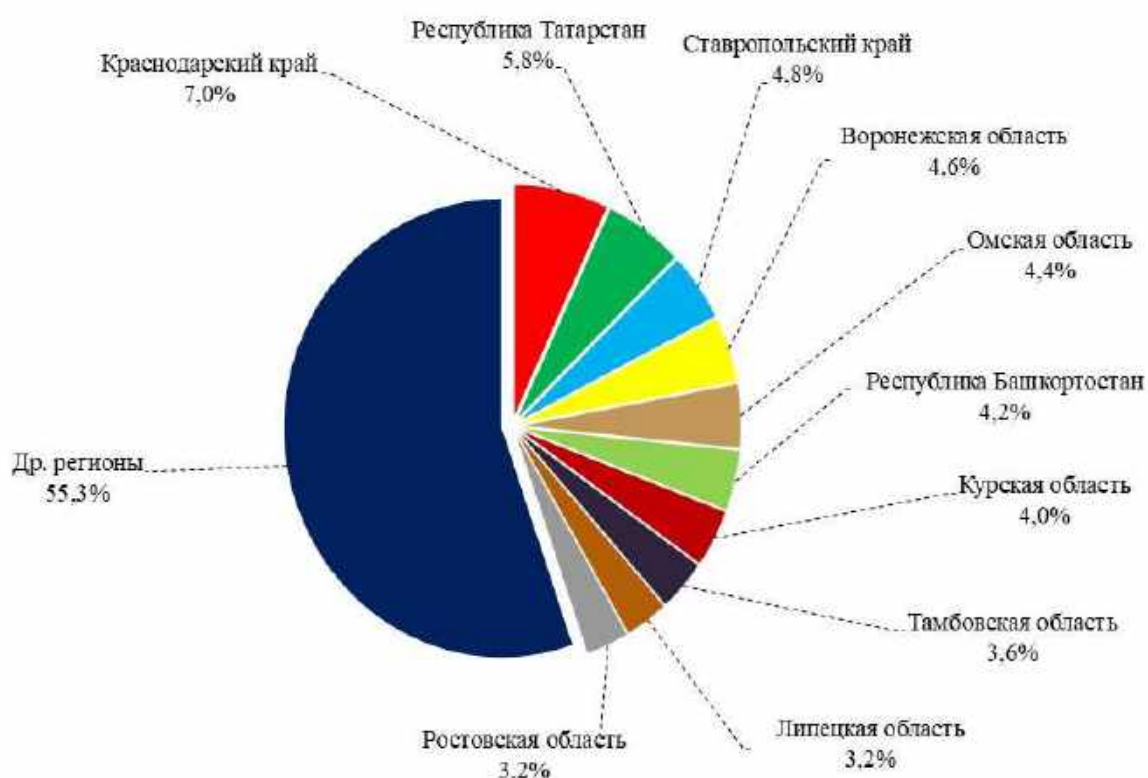


Рис. 2 Доля ТОП-10 регионов в общем объеме валовых сборов ячменя в России, 2024 год (источник: Росстат)

В ТОП-10 регионов по сбору ячменя по итогам 2024 года, помимо вышеуказанных субъектов РФ, вошли следующие регионы: Ставропольский край (сбор составил 801,4 тыс. тонн; доля в общем по стране объеме сборов - 4,8%), Воронежская область (759,5 тыс. тонн; 4,6%), Омская область (737,9 тыс. тонн; 4,4%), Республика Башкортостан (698,1 тыс. тонн; 4,2%), Курская область (670,0 тыс. тонн; 4,0%), Тамбовская область (601,3 тыс. тонн; 3,6%), Липецкая область (532,1 тыс. тонн; 3,2%) и Ростовская область (525,1 тыс. тонн; 3,2%). [1,2,3]

Лидером по сбору ячменя в РФ в 2024 году является Краснодарский край, где собрали 1 159,5 тыс. тонн - 7,0% от общего по стране объема. За год сбор здесь, по расчетам АБ-Центр, увеличился на 5,3%.

Второе место занимает Республика Татарстан с объемом в 967,5 тыс. тонн. За год сборы здесь увеличились на 0,7%, а доля в общем по стране производстве составила 5,8%. [1,3]

Перспективы урожайности яровых культур в ЕС. Согласно сентябрьскому бюллетеню MARS, перспективы урожайности яровых культур урожая-2024/25 ухудшились в Центральной и Восточной Европе, поскольку высокие температуры негативно повлияли на накопление биомассы и сократили период налива зерна.

Постоянный дефицит осадков зарегистрирован в значительных частях европейской части.

Согласно результатам исследования, посевные площади ярового ячменя в России ожидаются на уровне, сопоставимом с предыдущими годами, при этом прогнозируется умеренный рост урожайности благодаря внедрению инновационных технологий и улучшению агрономической практики. В глобальном масштабе яровой ячмень также демонстрирует тенденцию к увеличению площадей посевов, особенно в странах с развивающимся аграрным сектором. [3, 5]

Библиографический список

1. Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр" [Электронный ресурс] // Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр". – Москва, 2013 - URL: <https://ab-centre.ru> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный.
2. Эффективность экономики России: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: gks.ru (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный.
3. Урожай 2024: итоги от Росстата: Public administration issues: электронный журнал. - URL: <https://www.agrotrend.ru> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный.
4. Россия в 2024 году экспортировала рекордный объем зерна: Public administration issues: электронный журнал. - URL: <https://www.agroinvestor.ru> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный.
5. ТАСС: информационное агентство России: [сайт]. - Москва, 1999 -. Обновляется в течение суток. - URL: <https://tass.ru/ekonomika/22099097> (дата обращения: 27.05.2025). - Текст: электронный.

УДК 631.811.98

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ

Леонова Надежда Александровна, студентка факультета агрономии и экологии Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина, leonovanadegda2016@gmail.com

Аннотация: Проанализировано действие применения физиологически активных веществ на качественные и количественные показатели кукурузы в условиях Краснодарского края.

Ключевые слова: физиологически активные вещества, кукуруза, урожайность.

Кукуруза обладает ценными качествами, выращивается на силос и на зерно, технология включает внесение минеральных удобрений в различные периоды развития культуры. Применение физиологически активных веществ не распространено в хозяйствах

Краснодарского края, но важно определить степень их влияния на количественные и качественные показатели для будущего внедрения в производство.

Посев кукурузы в Краснодарском крае начинается с середины апреля и продолжается до конца мая. Климатические условия региона не всегда благоприятны для произрастания культуры. Резкие весенние понижения температуры, переизбыток влаги в почве, вследствие этого снижение насыщения почвы кислородом, недостаток ФАР влияют на темпы развития кукурузы. В то же время на протяжении летних месяцев наблюдается уменьшение количества осадков, иссушение почвы, что так же негативно влияет на урожайность.

Кукуруза обладает С₄ типом фотосинтеза, что способствует повышенным темпам развития растения. Необходимо поддерживать наиболее благоприятные условия, так как растения с данным типом фотосинтеза менее устойчивы к изменению факторов окружающей среды, что резко отражается на показателях уборки. Наиболее оптимальна температура 20-27 градусов тепла, при значениях выше 35 градусов пыльца становится не активной и урожайность значительно снижается [3].

Цель данного исследования – выявить наиболее перспективные физиологически активные вещества для возделывания кукурузы в Краснодарском крае.

ФАВ образуются в различных частях растений на протяжении онтогенеза в малых дозах. С их помощью происходит гормональная регуляция физиологических процессов: рост, переход к цветению, образование новых листьев и отмирание старых [1]. Контроль над этими процессами возможен благодаря созданию искусственных аналогов физиологически активных веществ растений, которые будут рассмотрены ниже.

Использование ФАВ способствуют увеличению фотосинтетического потенциала кукурузы. Они позволяют регулировать темпы развития растений, вырабатывать устойчивость к кратковременным заморозкам, увеличивать количество завязей и ускорять их развитие, стимулируют деление клеток растения (цитокенез). Важно отметить, что физиологически активные вещества используются в небольших дозировках для достижения желаемого эффекта. Превышение дозировки действует обратным образом, угнетая растение. Обработка семян физиологически активными веществами увеличивает энергию прорастания и процент всхожести семян. За счёт этого сокращаются производственные расходы, уменьшается норма высева семян на гектар.

Использование физиологически активных веществ стимулируют накопление зелёной массы растений на 8-10% благодаря стимуляции растяжения и деления клеток растения. Вещества обладают ингибирующим действием, что может быть необходимо в ряде случаев. Например, с их помощью можно увеличить устойчивость растений к неблагоприятным условиям, снять фитотоксический стресс после использования средств для защиты растений. Это необходимо при резком наступлении весенних заморозков, для стимуляции роста и развития кукурузы после обработки пестицидами, для уменьшения сроков вегетации и более ранней уборки культуры.

ФАВ могут быть стимулирующими: ускоряется деление клеток, улучшается растяжение, изменяется количество и форма листьев, увеличивается интенсивность транспирации и содержание хлорофилла в листьях. Вещества позволяют значительно снизить воздействие засухи, засоленности почвы и изменения температуры окружающей среды на онтогенез растения. Однако действие физиологически активных веществ может быть различным в зависимости от гибрида кукурузы. Внесение ФАВ можно совмещать с пестицидами обработками, важно определить совместимость препаратов и провести обработку в соответствии с технологической картой возделывания.

Краснодарский 291 АМВ – простой модифицированный гибрид кукурузы среднераннего типа (ФАО 290). Обладает мощной стартовой энергией роста. Высота растения – 180-200 см. Засухоустойчив и отлично адаптирован к разным условиям среды. Устойчив к пузырчатой головне и фузариозу. Способен «выживать» в стрессовых условиях и при этом демонстрировать стабильные и высокие урожаи. В 2004 г. Урожайность в Краснодарском крае составила 116,4 ц/га, в 2013 г. – 118,7 ц/га, потенциал урожайности –

120 ц/га (зерно). Кукуруза этого гибрида формирует початок цилиндрической формы, зерно желтое, зубовидное. Выход зерна при обмолоте – 80-82 %. Масса 1000 зерен – 280-300 г.

Схема опыта:

- 1) Контроль – без обработки растений;
- 2) Вэрва-ель – обработка семян перед посевом 0,02% раствором препарата, расход рабочего раствора 10 л/га;
- 3) Вэрва-ель – обработка растений в фазе 4-8 листьев растений (расход препарата – 300 мл/га, расход рабочего раствора – 250 л/га);
- 4) Вэрва-ель – обработка семян перед посевом 0,02% раствором препарата, расход рабочего раствора 10 л/га и растений в фазе 4-8 листьев (расход препарата – 300 мл/га, расход рабочего раствора – 250 л/га);
- 5) Мелафен – обработка семян перед посевом препаратом в концентрации 10^{-6} % раствором препарата, расход рабочего раствора 10 л/га;
- 6) Мелафен – обработка растений в фазе 4-8 листьев растений препаратом в концентрации 10^{-6} %, расход рабочего раствора 250 л/га;
- 7) Мелафен – обработка семян перед посевом (расход рабочего раствора 10 л/га) и растений в фазе 4-8 листьев растений 10^{-6} % концентрации, расход рабочего раствора 250 л/га.

Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная.

Обработку растений препаратами в дозах, указанных в схеме опыта, проводили. Уборку кукурузы проводили в период полной спелости при влажности початков 16-18 %.

Структурный анализ початков, отобранных с 5 м погонных с каждой повторности накануне уборки, включал определение длины и массы початка, числа зерен с початка и их массы, выход зерна, массу 1000 зерен.

Урожайность кукурузы в початках определяли по общему валу початков с учетной площади; урожайность кукурузы в зерне рассчитывали с учетом выхода зерна и урожайности в початках.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [2].

Таблица 1

**Влияние физиологически активных веществ на структурные
элементы урожая кукурузы**

Вариант	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Масса початка, г	Число семян с початка, шт	Масса семян, г	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Число рядов зерен, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль	14,6	4,2	137,18	378,7	110,78	292,54	776,54	15,0
Вэрва-ель (обр-ка семян- 0,02 %)	15,3	4,3	141,56	386,5	113,54	293,78	783,33	15,2
Вэрва-ель (обр-ка растений 300 мл/га)	15,8	4,5	144,36	396,8	116,75	294,22	789,56	15,2

Вэрва-ель (обр-ка семян 0,02% и растений 300 мл/га)	16,2	4,6	148,44	407,1	120,55	296,12	796,54	15,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мелафен (обр-ка семян- 10 ⁻⁶ %)	15,4	4,4	142,88	391,0	114,95	293,98	785,88	15,2
Мелафен (обр-ка растений 10 ⁻⁶ %)	15,9	4,5	147,12	403,6	119,29	295,56	794,12	15,2
Мелафен (обр-ка семян и растений 10 ⁻⁶ %)	16,3	4,6	150,88	410,2	121,68	296,63	805,57	15,3
НСР ₀₅	0,2	0,1	3,11	7,1	3,08	0,44	2,08	0,1

Из таблицы видно, что длина початка, масса початка и число рядов зёрен достоверно превышают контроль с любым типом обработки. При обработке растений, в отличие от обработки семян диаметр початка увеличивается значительно.

Разница с контрольным образцом в случае обработки растений и семян раствором «Мелафен» следующая: початок увеличился на 1,7 см при НСР₀₅ = 0,2 см, диаметр початка увеличился на 0,4 см при НСР₀₅ = 0,1 см, масса початка возросла на 13,7 грамм при НСР₀₅ = 3,11 грамм, число рядов зёрен увеличилось до 0,3 шт при НСР₀₅ = 0,1 шт. Это говорит о достоверной эффективности применяемого ФАВ для увеличения продуктивности кукурузы.

Такой же эффект наблюдается и для признаков числа и массы семян с початка, массы 1000 зёрен и натуры. «Мелафен» действительно влиял на параметры кукурузы, так как все значения в сравнении с контролем превосходили НСР₀₅.

«Вэрва-ель» действует с той же эффективностью, что и мелафен на параметры: масса 1000 зерен, число рядов зерен и масса зерен с початка. Эти показатели у двух ФАВ отличаются менее НСР₀₅, что говорит об одинаковом действии. Но у препарата «Вэрва-ель» минимальна разница между обработкой семян 0,02% раствором и опрыскиванием растений 300 мл/га, в отличие от «Мелафена», где разница между обработкой семян и опрыскиванием растений гораздо значительнее.

Но при сравнении эффекта от обработки только растений преимущество заметно от применения «Мелафена» по сравнению с «Вэрва-ель». Между вариантами различие массы 1000 зёрен превосходит НСР₀₅ = 0,44 г, что говорит о достоверной эффективности, так как разница между вариантами 1,34 грамма. Так же натура зерна между вариантами отличается на 4,56 г/л при НСР₀₅ = 2,08 г/л.

Проанализировав результаты можем говорить о подтверждении преимущества использования физиологически активных веществ для увеличения количественных признаков кукурузы.

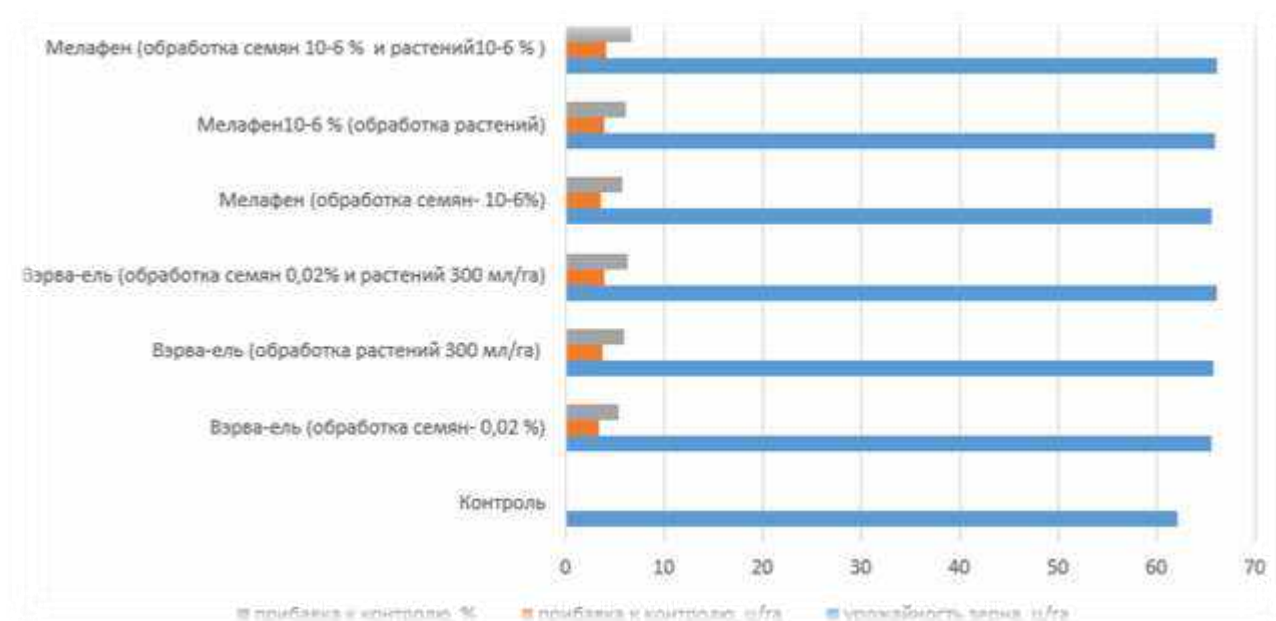


Рис. 1 Влияние физиологически активных веществ на урожайность кукурузы

Обработка результатов урожайности представлена в виде диаграммы (рис. 1). Заметно значительное увеличение урожайности в вариантах с использованием физиологически активных веществ, прибавка к контролю достигает 4,1 ц/га или 6,6% у «Мелафена» и 4,0 ц/га или 6,4 % у «Вэрва-ель». Все варианты достоверно превысили контроль и могут считаться эффективными средствами в производстве. Эти результаты вторично подтверждают гипотезу увеличения продуктивности кукурузы при применении в процессе подготовки и возделывания культуры ФАВ.

Исследование показывает, что внедрение ФАВ в производство кукурузы в Краснодарском крае будет способствовать увеличению урожая, а соответственно и прибыли компании. При сопровождении специалистами для контроля норм внесения веществ их использование будет приносить только положительные результаты: увеличение продуктивности за счёт увеличения активности фотосинтеза, ускорения темпов роста и развития кукурузы. В то время как неконтролируемое внесение будет иметь обратный эффект: уменьшение урожайности, количества завязей и степени их опадания.

Библиографический список

1. Воскобулова Н. И., Неверов А. А., Верещагина А. С. Влияние регуляторов роста на прорастание семян кукурузы // Известия ОГАУ. 2016. №3 (59).
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Тосунов, Я. К. Влияние препарата Микротецен на ростовые и продукционные процессы растений кукурузы / Я. К. Тосунов, Н. С. Косков, В. Е. Саустова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 198. – С. 291-299

УДК 632.938

ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ШТАММОВ *P. BACILLUS* НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТЬЕВ КУКУРУЗЫ

Масленникова Владислава Сергеевна, к. с.-х. н., научный сотрудник лаборатории

биологической защиты растений и биотехнологии ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», vladislava.maslennikova@mail.ru

Шелихова Евгения Владиславовна, научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений и биотехнологии ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», shelikhova.ev@yandex.ru

Нерсисян Степан Михайлович, научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений и биотехнологии ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», smnersesyan@gmail.com

Табанюхов Кирилл Александрович, научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений и биотехнологии ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», tabanyuhov93@mail.ru

Аннотация. В течение 2022-2023 гг. в условиях сибирского региона показано положительное полифункциональное действие смеси штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 на кукурузе. Показано, что обработка семян смесью штаммов приводила к улучшению морфометрических показателей в период вегетации, снижала распространенность фузариоза початка. Установлено, что при обработке семян смесью бактерий происходило увеличение концентрации фотосинтетических пигментов (хлорофиллов а, b) и активности полифенолоксидазы. Изучаемые штаммы позволили получить более качественный и высокий урожай по сравнению с контрольным вариантом.

Ключевые слова: кукуруза, биопрепараты, биохимические показатели.

Кукуруза – одна из важных сельскохозяйственных культур как в российском, так и в мировом растениеводстве. Кукуруза используется в пищу, как корм для животных, в промышленности, а также для производства биотоплива. При этом, недоборы урожая от основных болезней и вредителей составляют 8-12 %, а иногда и более [1]. Наиболее распространенными и опасными являются корневые и стеблевые гнили, фузариоз початка, пузырчатая и пыльная головня. В связи с этим важен выбор обоснованных, эффективных и экологических мер профилактики и защиты. Биологические препараты способствуют снижению болезней в период вегетации, в почве и на початках, а также минимизируют использование химических препаратов, поддерживая баланс в экосистеме.

Объектами исследования являлись: кукуруза сахарная (*Zea mays* L. *convar. saccharata* Korn.) среднераннего сорта Лакомка; биопрепарат Фитоп 8.67 (на основе смеси штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641), предоставленный ООО НПФ «Исследовательский центр» (г. Новосибирск, р.п. Кольцово).

Отбор проб для определения биохимических показателей осуществляли на 4-ю неделю после посева растений. Определение биохимических показателей проводили методом спектрофотометрии [2].

В результате работы установлено, что при обработке семян смесью штаммов, в листьях кукурузы в среднем за 2 года увеличилась концентрация хлорофилла b в 1,1-1,2 раза и каротиноидов на 5-8 %. При этом, в 2022 году концентрация каротиноидов в опытном образце была выше контрольного в 1,2 раза ($p < 0,05$). На фоне положительных изменений в фотосинтетической активности хлорофилла и снижения распространённости фузариоза в 1,2 раза при применении смеси штаммов наблюдалось существенное увеличение продуктивности посевов кукурузы. Установлено, что в контрольном варианте в 2023 году у растений наблюдался окислительный стресс, выявленный по усилению активности пероксидазы ($p < 0,05$). Активность полифенолоксидазы была выше в варианте с обработкой семян кукурузы биоагентами. Умеренное повышение активности данного фермента в листьях растений может свидетельствовать о фитоиммунологическом ответе клеток.

Библиографический список

1. Свидуневич, Н. Л. Патогенный комплекс грибов, паразитирующий на кукурузе (литературный обзор) / Н. Л. Свидуневич // Защита растений. – 2016. – № 40. – С. 202-218.
2. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами на почвенную микробиоту и продуктивность ярового рапса / В. С. Масленникова, Е. В. Шелихова, А. А. Круговых [и др.] // Плодородие. – 2024. – № 3(138). – С. 74-79. – DOI 10.24412/1994-8603-2024-3138-74-79.

УДК 633.78, 635.166, 635.168

СОРТОИЗУЧЕНИЕ ИНУЛИНСОДЕРЖАЩИХ КОРНЕПЛОДНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

Мирончева Полина Алексеевна, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mironcheva@rgau-msha.ru

Константинович Анастасия Владимировна, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, konstantinovich@rgau-msha.ru

Аннотация: Представлены результаты сортоизучения малораспространенных инулинсодержащих корнеплодных культур семейства Астровые (Asteraceae): цикория (*Cichorium intybus* L.), овсяного корня (*Tragopogon porrifolius* L.) и скорцонеры (*Scorzonera hispanica* L.) на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ключевые слова: инулинсодержащие культуры, инулин, корнеплод, урожайность, сорт.

В настоящее время в нашей стране возрастает интерес к получению дополнительных источников природного полисахарида - инулина. Являясь естественным пребиотиком, данный полисахарид оказывает положительное влияние на иммунитет и усвоение элементов питания, а также снижает уровень холестерина. Обладающий низкой калорийностью (примерно 1,0-1,5 Ккал/г) инулин может быть использован в продуктах питания в качестве заменителя высококалорийных составляющих.

Одним из основных источников сырья, содержащего инулин, в природе являются растения с запасующими органами (корнеплоды). Расширению сырьевой базы может способствовать выращивание малораспространенных овощных корнеплодных культур семейства Астровые (Asteraceae): цикория, овсяного корня, скорцонеры [1].

Cichorium intybus L. является разновидностью цикория обыкновенного. Данная культура - это двулетнее растение: в первый год жизни формирует розетку листьев и корнеплод, а на второй - цветонос с последующим созреванием семян.

Согласно данным, полученным в Парижской медицинской лаборатории, корнеплоды цикория в расчете на сухую массу могут содержать от 50 до 60% инулина (и от 12 до 30% в расчете на сырую массу). Существенное влияние на накопление полисахарида инулина в корнеплодах оказывают как выбор сорта, так и выбор участка и приемов агротехники выращивания, а также погодные условия [2, 5].

Кроме цикория корнеплодного высокое содержание инулина в корнеплодах имеют еще одни представители семейства Asteraceae - овсяный корень (*Tragopogon porrifolius* L.) и скорцонера (*Scorzonera hispanica* L.). У овсяного корня формируется серовато-белый конической формы корнеплод, в котором содержание природного полисахарида инулина в

расчете на сухую массу около 60% (10-12% в расчете на сырую массу). Корнеплоды скорцонеры цилиндрические, снаружи покрыты темно-коричневой (реже черной) кожурой, процентное содержание инулина в расчете на сырую массу колеблется от 7,9 до 9,14 [3, 4].

Благодаря высокому содержанию инулина корнеплоды данных культур после соответствующей переработки можно применять для производства функциональных и специализированных продуктов питания.

Цель исследования – провести оценку роста, развития и урожайности малораспространенных инулинсодержащих корнеплодных культур из семейства Астровые (*Asteraceae*) при выращивании их в условиях Нечерноземья.

Исследования проводили на Полевой опытной станции, расположенной на территории ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва), в вегетационный период 2024 года.

Определение в почве элементов питания проводили следующими методами: P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), pH_{KCl} (ГОСТ 26483–85); содержание гумуса по методу Тюрина (ГОСТ 26213).

Почвы опытного участка имеют следующую характеристику: суглинистые и супесчаные по гранулометрическому составу, по цвету чаще красно-бурые, карбонатные, но верхние слои (3-5 см) выщелоченные. Верхние горизонты мощностью в 40-50 см представлены песчано-крупнопылеватым суглинком. По данным агрохимического анализа в пахотном слое почвы содержится: гумуса – 2,4-2,5 %; легкогидролизуемого азота – 0,81 мг/100г почвы; фосфора – 19 мг/100г; калия – 9,3 мг/100г, pH солевой вытяжки колеблется от 5,8 до 6,2. Почва характеризуется плотным сложением, средней аэрацией, водопроницаемостью и влагоемкостью.

Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева находится в Нечерноземной зоне РФ, в условиях умеренно-континентального климата. Среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца (июля) составляет +17°C, самого холодного (января) -11°C. Период с положительными температурами длится в среднем 206-216 дней. Годовая сумма осадков составляет около 550-660 мм, две трети осадков в году выпадают в виде дождя. Устойчивый снежный покров образуется во второй половине ноября. В течение года на территории преобладают западные и юго-западные ветра.

Объектами исследований являлись сорта инулинсодержащих корнеплодных культур: скорцонеры - Лечебный и Заморский деликатес, цикория - Петровский, овсяного корня - Деликатесный. Исследования проводились по общепринятой методике для овощных культур. Опыт заложен методом рендомизированного размещения делянок в трехкратной повторности. Площадь учетной делянки - 5 м².

Посев культур осуществлялся вручную во второй декаде мая, по схемам: 30x10 см для скорцонеры и овсяного корня, 30x20 см для цикория. Глубина заделки семян 3-4 см. Перед посевом в почву вносили минеральное удобрение Азофоску (NPK 15:15:15, 200 кг/га в физическом весе).

Мероприятия по уходу за растениями не отличались от общепринятых и включали основные технологические операции: прополка сорных растений и рыхление с разрушением почвенной корки.

Биометрические наблюдения проводили по следующим показателям: количество листьев, высота растения, площадь листовой поверхности. Учет урожайности проводили весовым методом в фазу наступления товарной спелости.

Биометрические показатели по количеству листьев, высоте растений и площади листовой поверхности в период формирования корнеплода и к моменту уборки культур представлены в таблице 1. Хорошее развитие надземной массы и площади листовой поверхности обеспечивают абсолютное потребление питательных элементов растениями из почвы и оказывает прямое влияние на рост и формирование запасующих органов (корнеплодов).

Таблица 1

**Биометрические показатели изучаемых культур в период формирования
корнеплодов и к моменту наступления товарной спелости (2024 г.)**

Культура	Сорт	Количество листьев, шт.	Высота растений, см	Площадь листовой поверхности, см ²
Скорцонера	Лечебный	18	31,5	1942,7
	Заморский деликатес	22	33,3	2569,9
Цикорий корнеплодный	Петровский	22	48,4	4439,8
Овсяный корень	Деликатесный	16	42,1	461,5

Согласно данным, полученным за вегетационный период 2024 года (Табл. 2), изучаемые сорта овсяного корня и цикория имеют высокие показатели урожайности. Между сортами скорцонеры отмечается статистически значимая разница по данному показателю. Среди сортов скорцонеры более высокая урожайность наблюдается у сорта Лечебный.

Таблица 2

Урожайность сортов инулинсодержащих корнеплодных культур семейства *Asteraceae* (2024 г.)

Культура и сорт	Средняя масса корнеплода, г	Урожайность, т/га	
Скорцонера Лечебный	123,2	41,1	
Скорцонера Заморский деликатес	112,1	37,4	
НСР ₀₅	3,2		
Овсяный корень Деликатесный	96,6	32,2	
Цикорий Петровский	431,3	71,9	

Результаты проведенного исследования показали, что изучаемые сорта цикория, овсяного корня и скорцонеры имеют высокий показатель по урожайности корнеплодов. Вегетационный период 2024 года показал, что данные культуры способны переносить повышенную влажность в начале и середине вегетации, а также длительное отсутствие осадков в период формирования корнеплодов. Следовательно, изучаемые инулинсодержащие корнеплодные культуры рекомендованы для внедрения в промышленное возделывание в Нечерноземной зоне РФ как ценные источники полисахарида инулина для производства продукции функционального и специализированного питания.

Библиографический список

1. Бызов, В. А. Системный анализ состояния и перспективы развития производства инулина (обзор) / В. А. Бызов. - Текст: электронный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2022. - №23(6). - С. 757-776. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49952565> (дата обращения: 25.05.2025) - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
2. Вьютнова, О. М. Химический состав корнеплодов цикория / О. М. Вьютнова, И. А. Новикова. - Текст: электронный // Овощи России. - 2019. - №1. - С. 83-85. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37598518> (дата обращения: 25.05.2025) - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
3. Гиш, Р.А. Овсяный корень – незаслуженно забытый высокоценный корнеплод / Р.А. Гиш. - Текст: электронный // Картофель и овощи. - 2023. - №6. - С. 19-22. - URL: <http://potatoveg.ru/ovoshhevodstvo/ovsyanyj-koren-nezasluzhenno-zabytyj-vysokocennyj-korneplod.html> (дата обращения: 25.05.2025).
4. Сампиев, А.М. Современное состояние и перспективы дальнейшего исследования скорцонеры испанской (обзор) / А. М. Сампиев, М. Р. Хочава, Т. Е. Онбыш, А. И. Шевченко, О. А. Быкова, Ф. М. Хазиева - Текст: электронный // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. - 2020. - №23(1). - С. 3–8. - URL: <https://bmpcjournal.ru/ru/25877313-2020-01-01> (дата обращения: 25.05.2025).
5. Сербаетова, Э. Р. Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение / Э. Р. Сербаетова, А. Б. Якупова, Ю. Р. Магасумова, К. А. Фархутдинова, Г. Р. Ахметова, Б. Р. Кулуев - Текст: электронный // Биомика. - 2020. - Т.12(1). - С. 57-79. - URL: <https://biomicsj.ru/archive/2020/tom-12-1/489/> (дата обращения: 25.05.2025).

УДК 631.3.06:632.92(571.1)

КОМБАЙН КАК РАСПРОСТРАНИТЕЛЬ СОРНЯКОВ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Молод Сергей Сергеевич, аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, ss.molod35.06.01@omgau.org

Ершов Василий Леонидович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, vl.ershov@omgau.org

Аннотация: Исследование посвящено проблеме распространения сорняков комбайнами в Западной Сибири и разработке мер для снижения засорённости полей. Установлено, что уборочная техника увеличивает "банк семян сорняков" на 20–30%, усугубляя фитосанитарное состояние. Предложены агротехнические и механические решения, включая севообороты и инновационные технологии очистки.

Ключевые слова: комбайн, сорняки, засорённость, Западная Сибирь, агротехника.

Ежегодные потери урожая зерновых культур от сорняков в Западной Сибири составляют 15–25%, а в отдельных случаях достигают 40%. В Западносибирском регионе из общего пахотного фонда в 25,5 млн га более 6 млн га подвержены интенсивному засорению, включая свыше 3 млн га, зараженных овсюгом, и более 4,7 млн га с преобладанием мятликовых просовидных сорняков [1]. Сорняки не только конкурируют с культурными растениями за воду и питательные вещества, но и оказывают негативное многочисленное косвенное влияние [2].

Исследования последних лет показали, что уборочная техника не только собирает урожай, но и способствует рассеиванию семян сорных растений, увеличивая "банк семян сорняков" в почве на 20–30% [3].

Проблемы с засоренностью полей долгосрочные. Банк семян сорняков сохраняется в почве годами и даже десятилетиями, что усложняет борьбу с ними в будущем. Традиционные методы борьбы с засоренностью, такие как гербицидные обработки и агротехнические приемы, не всегда эффективны в условиях высокой семенной продуктивности сорняков. [4]. Борьба с сорняками требует дополнительных финансовых вложений. По данным Омского НИИ сельского хозяйства, затраты на гербициды в регионе увеличились на 15–20% за последние 5 лет [5]. Кроме того, ужесточение экологических норм ограничивает применение химических средств.

В исследовании, представленном А.Д. Бекаровым из Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, рассматривается инновационная технология конвейерной очистки, предлагающая экологически безопасный метод борьбы с распространением сорных растений во время уборки зерновых культур [6].

В Австралии рассматривается инновационный метод борьбы с сорняками – контроль семян сорняков во время уборки урожая направлен на уничтожение или изоляцию семян сорняков, собранных комбайном [7].

Целью данного исследования является анализ влияния комбайнов на формирование "банка семян сорняков" и разработка комплекса эффективных мер по снижению засоренности полей в условиях Западной Сибири. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

Исследования проводились в 2022-2024 годах в Саргатском районе (северная лесостепь) Омской области. В звене севооборота: пар – рапс – пшеница – горох – ячмень, изучалось влияние уборочной техники на распределение и количество сорной растительности, а также проявление ее в последующих культурах.

В процессе уборки урожая комбайн захватывает на ширину жатки не только семена культурных, но и сорных растений, которые находятся в агрофитоценозе. Современные комбайны оснащены системами измельчения и разбрасывания соломы, что усугубляет проблему, так как после очистки зернового вороха отделяются неизмельченные, жизнеспособные семена сорных растений, в дальнейшем вместе с соломой они распределяются по полю.

В результате наблюдений, проведенных за годы исследования, хорошо прослеживается засоренность за проходом комбайна в паровом поле, где после основной обработки чизельным плугом насчитывается 15-32 шт./м² сорных растений по следу комбайна, и всего 1-3 шт./м² между проходами (рисунок 1).



Рис. 1 Засоренность поля после прохода комбайна (1 - сорная растительность в паровом поле; 2 - светло-зеленые полосы с преобладанием сорной растительности в посеве ячменя; 3 – распределение пожнивных остатков после уборки и обработки чизелем)

На втором снимке поле, где высевался ячмень по гороху, отчетливо видны светло-зеленые полосы по следу комбайна, в которых преобладает сорная растительность. На третьем снимке видна концентрация пожнивных остатков за проходом комбайна уже после сделанной зяблевой вспашки чизельным плугом. Обработка зяби чизельным плугом слабо влияет на распределение пожнивной массы, в которой сосредоточена основная доля сорняков. Состав сорной растительности за проходом комбайна существенно зависит от предшественника, то есть в основном это те виды сорных растений, с которыми трудно бороться в посеве культуры.

"Банк семян сорняков" — это запас семян сорных растений в почве, которые могут сохранять жизнеспособность в течение нескольких лет. Каждый раз, когда семена сорняков разбрасываются по полю, этот банк пополняется. В условиях Западной Сибири односторонний яровой тип земледелия способствует прорастанию поздних яровых и корнеотпрысковых видов сорняков.

Среди наиболее распространенных и вредоносных сорняков в регионе можно выделить:

Просо куриное (*Echinochloa crus-galli*) — поздний яровой однолетний сорняк, который быстро распространяется благодаря высокой семенной продуктивности, образуя до 60 тыс. семян с одного растения. ЭПВ 5-8 шт./м².

Овсяг обыкновенный (*Avena fatua*) — ранний яровой однолетний сорняк, который существенно (на 20–30% при средней засорённости) снижает урожайность зерновых культур и засоряет семенной материал. Один экземпляр может дать до 600 семян. ЭПВ 12-15 шт./м².

Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*) — многолетний сорняк, который размножается как семенами и корневыми отпрысками. Сильный конкурент за влагу, солнечный свет и питание среди всех растений. В более чем 60-ти странах признан одним из самых опасных и вредоносных. ЭПВ 5-8 шт./м².

Осот полевой (*Sonchus arvensis*) — многолетний сорняк, который активно конкурирует с культурными растениями за влагу и питательные вещества в пахотном слое. ЭПВ 2– 4 шт./м².

Анализ фитоценоза за три года показал, что за проходом комбайном наблюдаются устойчивый рост сорных растений от 6,4 до 20,3 шт./м² чем на краях жатки, в зависимости от года и предшественника. В среднем за три года исследования количество сорных растений за комбайном на 12,4 шт./м² больше, чем между прокосами (таблица 1).

Таблица 1

Количество сорной растительности за проходом комбайна и между прокосами в севообороте

предшес- твенник	культура	год	Просо куриное		Овсяг обыкновенный		Вьюнок полевой		Осот полевой	
			вариант (шт./м²)							
			I	II	I	II	I	II	I	II
рапс	пшеница	2022	7,2	9,4	1,3	1,7	2,1	2,7	0,5	0,7
		2023	18,0	23,4	2,0	2,6	2,6	3,4	1,0	1,3
		2024	21,6	28,1	3,3	4,3	3,2	4,1	1,2	1,6
		среднее	15,6	20,3	2,2	2,9	2,6	3,4	0,9	1,2
		разница	4,7		0,7		0,8		0,3	
пшеница	горох	2022	40,8	57,1	5,3	7,5	1,6	2,2	1,0	1,4
		2023	33,6	47,0	4,0	5,6	1,3	1,8	1,4	2,0

		2024	50,4	70,6	9,3	13,1	1,9	2,6	1,8	2,5
		среднее	41,6	58,2	6,2	8,7	1,6	2,2	1,4	2,0
		разница	16,6		2,5		0,6		0,6	
горох	ячмень	2022	15,6	21,1	2,0	2,7	1,6	2,1	1,8	2,4
		2023	19,2	25,9	3,3	4,5	2,2	3,0	1,6	2,2
		2024	28,8	38,9	7,3	9,9	3,4	4,5	2,0	2,7
		среднее	21,2	28,6	4,2	5,7	2,4	3,2	1,8	2,4
		разница	7,4		1,5		0,8		0,6	
в среднем по виду сорняка, шт./м2			26,1	35,7	4,2	5,8	2,2	2,9	1,4	1,9
превышение за проходом, шт./м2			9,6		1,5		0,8		0,5	

Исследования, проведенные в северной лесостепи, показали, что после уборки урожая количество семян сорняков в почве может увеличиваться на 25–30%, в некоторых случаях в 4-5 раз превышающих порог вредоносности.

Рассматривая взаимосвязь влажности почвы и засоренности, можно установить следующую закономерность: низкая влажность (0-20 см, <20 мм) характерна для полей после пшеницы и рапса, что способствует прорастанию поздних яровых сорняков (просо куриное, овсюг), например, после уборки гороха на сухих участках засоренность достигала 100 шт/м²; высокая влажность (0-100 см, >130 мм) наблюдается после пара и бобовых культур, конкуренция за влагу снижается, но требует контроля за многолетними видами (выюнок, осот).

Для решения проблемы распространения сорняков при уборке, австралийский инженер Ник Берри разработал технология дополнительного измельчителя, встраиваемого в комбайн. Система состоит из двух многоступенчатых молотковых мельниц, через которые пропускается весь "решетный мусор" комбайна, где семена сорняков уничтожаются четырьмя способами: сдавливанием, ударением, разламыванием и растиранием.

Профилактические решения проблемы. Тщательная очистка комбайна после каждого использования, особенно перед переходом на новое поле, помогает минимизировать перенос семян сорняков. В условиях, где поля расположены на больших расстояниях друг от друга, это особенно важно.

Использование севооборота помогает нарушать цикл развития сорняков. В условиях Западной Сибири чередовать зерновые культуры с бобовыми или масличными культурами, которые подавляют рост сорняков.

Мониторинг засорённости и принятие мер по ее контролю имеют ключевое значение. Увеличение применение гербицидов с разным спектром действия на сильно засоренных полях, использование десикантов.

Комбайн, являясь незаменимой машиной для уборки урожая, непреднамеренно способствует распространению сорняков. Видовой состав сорняков в условиях лесостепи Западной Сибири зачастую представлен доминирующими в агрофитоценозе видами, из малолетних это просо куриное и овсюг, из многолетних - осот полевой и выюнок полевой. Использование современных технологий уборки, химических и агротехнических методов помогают снизить вредоносность сорняками, повысить урожайность и чистоту полученной продукции.

Библиографический список

1. Юшкевич, Л. В. Влияние агротехнологий на засоренность агрофитоценоза и продуктивность яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Л. В. Юшкевич, В. Л. Ершов, А. Г. Щитов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (41). – С. 75–84.
2. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем: учебно-практическое пособие / под ред. Е. Ю. Тороповой. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2017. – 210 с.
3. Липовский, М. И. Зерноуборочный комбайн: из прошлого – к новому поколению / М. И. Липовский, А. Н. Перекопский. – Санкт-Петербург: ИАЭП, 2015. – 316 с.
4. Продуктивность яровой пшеницы первой культурой после паровых предшественников / А. А. Лутченков, Н. А. Рендов, Е. В. Некрасова, С. И. Мозылева // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (41). – С. 36–45.
5. Рынок химических средств защиты растений в России. 2023: показатели и прогнозы // Агентство Плородордия. – URL: https://agpl.ru/wp-content/uploads/2023/08/rynok_hszr_v_rossii_2023_pokazateli_i_proгноzy_versiya_dlya_sajta.pdf (дата обращения: 18.04.2025).
6. Бекаров, А. Д. Тенденции развития комбайновых сепараторов зернового вороха / А. Д. Бекаров, Г. А. Бекаров // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2019. – № 3 (25). – С. 69–72.
7. Walsh, M. J. Harvest weed seed control: Impact on weed management in Australian grain production systems and potential role in global cropping systems / M. J. Walsh, S. B. Powles // Crop & Pasture Science. – 2022. – Vol. 73, no. 4. – P. 313–324.

УДК 633.311

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ ВО ВЬЕТНАМЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ПРОДУКТИВНОСТИ

Нгием Ван Чи, аспирант 1-го года обучения, кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nghiemchi10@gmail.com

Научный руководитель - *Куренкова Евгения Михайловна*, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье рассматривается кормовое значение люцерны как одной из самых ценных культур в мировом сельском хозяйстве и её роль в обеспечении животноводства качественными кормами. Особое внимание уделяется возделыванию люцерны во Вьетнаме, где существует ряд факторов, лимитирующих её широкое возделывание: наличие кислых почв, недостаточный уровень информированности хозяйств о биологических и экологических особенностях роста и развития данной культуры, а также особенностях её агротехники. Обсуждаются пути повышения урожайности и расширения площадей под этой культурой, а также её способность обогащать почву азотом, что способствует устойчивому развитию сельского хозяйства.

Ключевые слова: люцерна, кормовое значение, Вьетнам, ограничивающие факторы, урожайность, азотфиксация.

Люцерна (*Medicago sativa* L.) — одна из самых ценных кормовых культур в мире, обладающая уникальными агрономическими и питательными свойствами. Она широко используется в животноводстве, особенно для кормления жвачных животных, таких как

коровы и овцы, благодаря высокому содержанию белка и других необходимых питательных веществ. Люцерна также имеет ряд преимуществ, включая способность улучшать качество почвы и способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства.

В условиях быстро растущего спроса на животноводческую продукцию во многих странах, в том числе и во Вьетнаме, важность люцерны как кормовой культуры возрастает. Вьетнам, имея разнообразные климатические и почвенные условия, представляет собой потенциально благоприятную среду для возделывания люцерны. Однако, несмотря на её преимущества, в стране существуют значительные ограничения, связанные с выращиванием этого растения, включая кислотные почвы, климатические факторы и недостаток знаний у фермеров.

Цель данной статьи — проанализировать кормовое значение люцерны в мировом масштабе, рассмотреть текущее состояние её возделывания во Вьетнаме, выявить основные ограничивающие факторы и обозначить пути повышения урожайности и расширения площадей под эту культуру. В статье будет подчеркнута важность люцерны не только как корма для животных, но и как фактора, способствующего улучшению состояния почвы и экосистемы в целом.

Люцерна — это многолетнее бобовое растение, обладающее высоким кормовым значением. Она широко используется в животноводстве благодаря своему богатому питательному составу, который включает белки, витамины и минералы. Люцерна является одним из лучших кормов для сельскохозяйственных животных, обеспечивая их необходимыми питательными веществами для роста и продуктивности.

Люцерна отличается рядом питательных характеристик, которые делают её особенно ценной: 1) высокое содержание белка: люцерна содержит от 15% до 25% протеина в сухом веществе, что делает её отличным источником белка для животных. Это особенно важно для молочных коров и откормочных быков, так как белок способствует повышению удоев и приросту массы; 2) переваримая клетчатка: поскольку люцерна содержит много клетчатки, она способствует здоровью пищеварительной системы животных. Клетчатка поддерживает нормальную работу рубца у жвачных и улучшает переваривание корма; 3) богатство витаминов и минералов: люцерна содержит витамины А, С, Е и К, а также минералы, такие как кальций, магний и фосфор, что делает её ценным кормом для поддержания здоровья животных. Например, высокое содержание кальция в люцерне помогает в предотвращении заболеваний, связанных с дефицитом этого минерала, таких как остеопороз у коров; 4) антиоксидантные свойства: люцерна содержит флавоноиды и другие антиоксиданты, которые помогают улучшить общее состояние здоровья животных, повышая их иммунитет и снижая риск заболеваний.

Во Вьетнаме интерес к выращиванию люцерны возрос в последние годы из-за необходимости улучшения кормовой базы для развивающегося животноводческого сектора. Однако существуют значительные ограничения для её успешного возделывания.

Среди факторов, лимитирующих широкое возделывание люцерны во Вьетнаме можно выделить следующие: 1) кислые почвы: большая часть сельскохозяйственных земель во Вьетнаме характеризуется кислой реакцией почвы, что негативно сказывается на росте и развитии люцерны. Кислые условия могут привести к недостатку важных питательных веществ, таких как кальций и магний, что снижает урожайность и качество культуры [1]; 2) климатические условия: вьетнам имеет тропический климат с высокой влажностью и значительными осадками, что может способствовать развитию грибковых заболеваний и других патогенов, которые негативно влияют на люцерну. Частые дожди могут также приводить к переувлажнению почвы, что затрудняет нормальное развитие корневой системы [2]; 3) недостаток знаний и технологий: многие фермеры не имеют достаточного опыта и знаний о технологии возделывания люцерны, что также сдерживает её массовое внедрение. Отсутствие информации о лучших агрономических практиках приводит к низкой эффективности производства [3]; 4) экономические факторы: высокие затраты на внедрение новых технологий и необходимость приобретения семян качественных сортов также могут

быть ограничивающим фактором для фермеров, что ведет к тому, что многие из них продолжают использовать традиционные методы, которые не обеспечивают желаемых результатов [4].



Рисунок. Опыты по изучению люцерны во Вьетнаме

Для формирования устойчивой кормовой базы животноводческого комплекса Вьетнама необходимо расширение площадей под люцерну. Это может быть достигнуто с помощью следующих мероприятий: 1) улучшение агрономических практик: внедрение современных агрономических технологий, таких как мелиорация почвы и использование удобрений, поможет улучшить условия для выращивания люцерны. мелиорация позволит уменьшить кислотность почвы, что создаст более благоприятные условия для роста [5]; 2) развитие селекции: создание собственных устойчивых к кислотности и болезням сортов люцерны может значительно повысить урожайность и устойчивость культуры. научные исследования и программы по селекции могут сыграть ключевую роль в этом процессе; 3) обучение фермеров: проведение семинаров и курсов для фермеров о технологиях возделывания люцерны, включая правильный выбор времени сева и методы ухода за растениями, повысит общую информированность и практическую квалификацию; 4) государственная поддержка: введение программ государственной поддержки для фермеров, занимающихся производством люцерны, включая субсидии на семена и удобрения, может значительно увеличить площади под эту культуру.

Люцерна обладает способностью обогащать почву азотом благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями. Этот процесс не только улучшает структуру почвы, но и повышает её плодородие, что имеет важное значение для устойчивого сельского хозяйства: 1) симбиотическая фиксация азота: бактерии рода *Rhizobium*, образующие симбиоз с корнями люцерны, способны фиксировать атмосферный азот, превращая его в доступную для растений форму. это позволяет улучшать состояние почвы, снижать необходимость в химических азотных удобрениях и улучшать урожайность последующих культур; 2) увеличение биоразнообразия: выращивание люцерны в севообороте помогает увеличивать биоразнообразие на полях, что также способствует устойчивости экосистемы и уменьшению распространения болезней и вредителей; 3) экономическая выгода: повышение урожайности

люцерны приводит к снижению затрат на корма для животных и увеличивает общую рентабельность животноводческих хозяйств. Это также может способствовать улучшению качества мяса и молока, что имеет значение для конечных потребителей.

Таблица

Сравнение кормовых характеристик люцерны и других кормов

Параметр	Люцерна	Кукуруза	Сено из злаковых трав
Содержание белка	15-25%	8-10%	10-15%
Удобный клетчатка	Высокое	Среднее	Среднее
Витамины	А, С, Е, К	Ограниченное	Ограниченное
Минералы	Кальций, магний	Низкое	Среднее

Эта таблица иллюстрирует, как люцерна превосходит другие корма по основным питательным показателям, подчеркивая её значимость для животноводства.

В заключении можно отметить, что люцерна играет важную роль в обеспечении животноводства качественными кормами в мировом масштабе. Во Вьетнаме её потенциал еще не полностью реализован из-за различных ограничений. Расширение площадей под люцерну и внедрение новых агрономических практик помогут улучшить кормовую базу и устойчивость сельского хозяйства в стране. Обогащение почвы азотом делает люцерну не только ценным кормом, но и важным элементом устойчивого сельского хозяйства.

Библиографический список

1. McRoberts K. On-farm forage fertilization and cattle manure value chain characterization in Vietnam, low-infrastructure fiber technique, and image analysis for alfalfa-grass harvest management. – 2015.
2. Radović J., Sokolović D., Marković J. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry //Biotechnology in Animal Husbandry. – 2009. – Т. 25. – №. 5-6-1. – С. 465-475.
3. Shi S., Nan L., Smith K. F. The current status, problems, and prospects of alfalfa (*Medicago sativa* L.) breeding in China //Agronomy. – 2017. – Т. 7. – №. 1. – С. 1.
4. Tucker J. J. et al. Systems management strategies for increasing alfalfa use in warm-humid regions //Grassland Research. – 2024. – Т. 3. – №. 2. – С. 187-198.
5. Van Soest P. J. Nutritional ecology of the ruminant. – Cornell university press, 1994.

УДК 634.54:632

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ В БОРЬБЕ С МУЧ-НИСТОЙ РОСОЙ ЛИСТЬЕВ ФУНДУКА В РЕСПУБЛИКЕ АБХАЗИЯ

Пантия Георгий Георгиевич, научный сотрудник отдела защиты растений ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр субтропический научный центр Российской академии наук», ГНУ «Институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии», pantiya2017@gmail.com

Михайлова Елена Валерьевна, старший научный сотрудник отдела защиты растений ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр субтропический научный центр Российской академии наук», mikhailovaozr@mail.ru

Аннотация: Мучнистая роса является самым распространенным заболеванием культуры фундука в республике Абхазия. В последние годы наблюдается повышение интенсивности развития болезни и без применения пестицидов получение качественного урожая не представляется возможным. В связи с этим, актуальным является подбор

наиболее эффективных средств защиты в борьбе с мучнистой росой фундука.

Ключевые слова: *Corylus avellana*, фундук, мучнистая роса, фитопатоген, фунгициды.

В настоящее время, одной из наиболее распространённых орехоплодных культур в мире является фундук. В промышленных масштабах его выращивают в 32 странах мира, в том числе в России, на Черноморском побережье Краснодарского края и в республике Абхазия [1, 2, 3].

В современных экономических условиях стабильно-высокая урожайность и качество продукции являются основной задачей, направленной на повышение эффективности производства ореха фундука. Однако, особенно в последние десятилетия, отмечается снижение урожайности культуры вследствие отсутствия должного агротехнического ухода и мер борьбы с вредителями и болезнями, что приводит к потерям от 35 до 85 % [4, 5].

Наиболее распространённой болезнью фундука в зоне его выращивания является мучнистая роса [6]. В последние годы с увеличением интенсивности и распространения болезни, при осуществлении регулярных наблюдений, было определено, что вид возбудителя болезни относится к новому виду для Черноморского побережья Краснодарского края – восточноазиатской мучнистой росе (возбудитель – *Erysiphe corylacearum* U. Braun & S. Takam. (Ascomycota, Erysiphales). Это заболевание приводит к нарушению развития, деформации и преждевременному отмиранию листьев и побегов. Сильнее всего страдают молодые растения и побеги, у которых наблюдается заметное уменьшение размеров поражённых листьев и нередко – их деформация [7].

В связи с вышеизложенным, актуальным становится поиск эффективных фунгицидов для сдерживания развития мучнистой росы на фундуке.

Оценку биологической эффективности фунгицидов и интенсивности поражения листьев мучнистой росой проводили в 2023-2024 гг. в насаждениях фундука сорта ‘Черкесский-2’ в период максимального развития болезни (первая половина июня). Проведено три обработки с интервалом 14 дней, первая – до появления первых симптомов болезней (май). Все обработки были проведены в баковой смеси с инсектицидом Каратэ Зеон, МКС (4 мл на 10 л воды). В каждом варианте 5 повторностей (дерево-делянка). Учеты интенсивности развития мучнистой росы проводили через 7 дней после каждой обработки.

Схема опыта:

1. Контроль – обработка водой (без фунгицидов);
2. Тиовит Джет, ВДГ (30 г на 10 л воды);
3. Фитоспорин-М, Ж (20 мл на 10 л воды);
4. Ракурс, СК (8 мл на 10 л воды).

Максимальное развитие болезни в контроле наблюдалось в конце июня – начале июля: 32,9 % в 2023 г. и 35,0 % в 2024 г. (таблица 1).

Таблица 1.

Интенсивность развития мучнистой росы на листьях фундука после обработок, сорт Черкесский-2 (Гулрыпшский р-н, Абхазия, 2023-2024 гг.).

Варианты опыта	R, %					
	2023			2024		
	05 июня	19 июня	03 июля	01 июня	15 июня	28 июня
Контроль (обработка водой)	15,4±1,1	28,7±1,5	32,9±1,2	13,2±1,5	24,7±1,3	35,0±0,5
Эталон: Тиовит Джет, ВДГ + Каратэ Зеон, МКС	4,4±1,5	3,5±1,3	2,2±1,8	3,8±1,2	3,1±1,5	2,9±1,2

Фитоспорин-М, Ж + Каратэ Зеон, МКС	8,3±1,2	9,0±1,2	8,9±1,6	6,4±1,1	5,4±1,6	4,2±1,5
Ракурс, СК + Каратэ Зеон, МКС	3,7±1,1	2,5±1,3	1,8±0,5	3,0±1,8	2,5±1,0	2,5±1,2
<i>HCP</i> ₀₅	1,9	4,4	5,3	0,9	1,7	2,4

При применении препарата Тиовит Джет, ВДГ (эталон) отмечалось снижение развития мучнистой росы уже после первой обработки, а после третьей интенсивность развития не превышала 2,2 % в 2023 г. и 2,9 % в 2024 г. Аналогичное влияние на развитие болезни отмечено при применении фунгицида Ракурс, СК, интенсивность развития болезни снизилась до 1,8 % в 2023 г. и до 2,5 % в 2024 г. Менее эффективным в 2023 г. оказался биофунгицид Фитоспорин-М, после третьей обработки развитие мучнистой росы снизилось до 8,9 %, однако на второй год применения, после третьей обработки развитие болезни составило 4,2 %.

Об эффективности применяемых фунгицидов свидетельствуют показатели биологической эффективности. Биологическая эффективность всех вариантов опыта показала тенденцию роста от первой к третьей обработке.

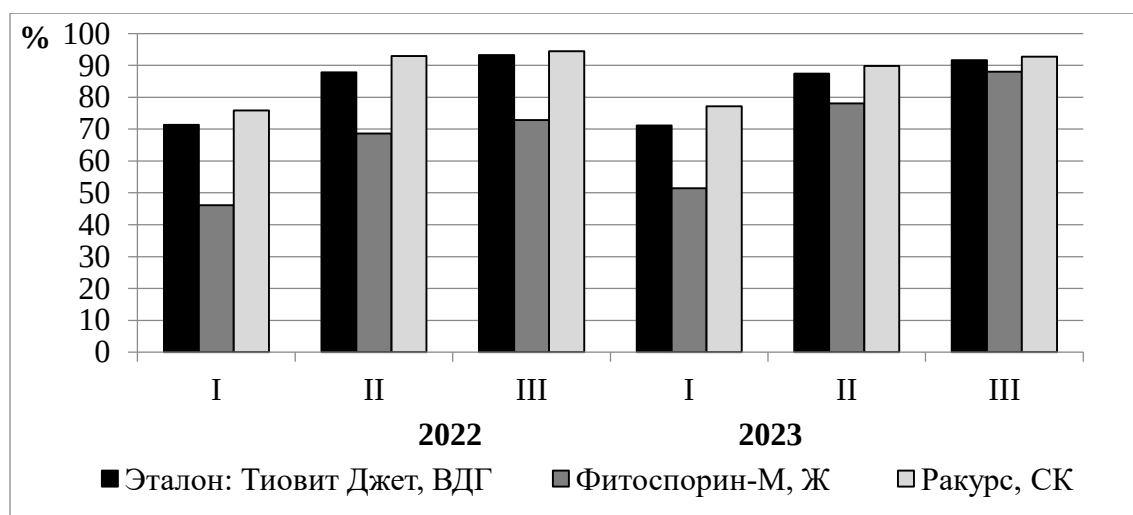


Рис.1 Биологическая эффективность фунгицидов в борьбе с мучнистой росой листьев фундука, сорт Черкесский-2 (Абхазия, Гулрыпшский р-н, 2023-2024 гг.) (I, II, III – даты проведения визуальной диагностики (I – первая декада июня, II – вторая декада июня, III – декада июня).

Эффективность вариантов с применением Тиовит Джет, ВДГ и Ракурс, СК (препаратов из разных химических классов) существенно не отличалась. Максимальная эффективность этих вариантов за оба года проведения опыта отмечена в июле – 93,3 % и 94,5 % соответственно, в 2023 г. и 91,7 % и 92,8 % в 2024 г.

Биологический препарат Фитоспорин-М, П после второй и третьей обработки показал меньшую эффективность, чем химические фунгициды, – 68,6 % и 72,9 % в 2023 г. В 2024 г. эта тенденция сохранилась, однако показатели биологической эффективности выросли до 78,1 % и 88,0 %, соответственно. Что для класса биологических фунгицидов такие показатели являются довольно высокими.

Таким образом, эффективность трехкратной обработки фунгицидами, в отношении мучнистой росы фундука, следует признать высокой как для химических, так и для биологических препаратов.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СНЦ

Библиографический список

1. Беседина Т.Д., Тутберидзе Ц.В. Агроэкологические критерии возделывания фундука во влажных субтропиках России // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2019. – Т. 25. – С. 104-113. – DOI 10.30679/2587-9847-2019-25-104-113. – EDN ZVFXUQ.
2. Пантия, Г.Г., Михайлова Е.В., Карпун Н.Н. Фунгицид Полар 50 в борьбе с мучнистой росой фундука в условиях влажных субтропиков Черноморского побережья Кавказа // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике : материалы третьей Всероссийской конференции с международным участием, Москва, 11–15 апреля 2022 года. – Красноярск: Институт Леса СО РАН, 2022. – С. 110-111. – EDN UCXWIO.
3. Михайлова Е.В., Карпун Н.Н. Результаты фитосанитарного мониторинга агроценозов фундука во влажных субтропиках России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2023. – Вып. 86. – С. 200-216.
4. Gao H., Pan M., Tian C., Fan X. Cytospora and Diaporthe species associated with hazelnut canker and dieback in Beijing, China, *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021; 11: 664366. DOI: 10.3389/fcimb.2021.664366
5. Игнатова Е.А., Айба Л.Я., Карпун Н.Н. [и др.]. Защита фундука от вредных организмов на Черноморском побережье Кавказа /– Сухум-Сочи: Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, 2015. – 33 с. – ISBN 978-5-904533-23-6. – EDN VCFSET.
6. Айба Л.Я., Карпун Н.Н., Булгаков Т.С. [и др.]. Атлас вредителей и болезней субтропических культур и фундука на Черноморском побережье Кавказа – Сочи: ФИЦ "Субтропический научный центр российской академии наук", 2023. – 300 с. – ISBN 978-5-904533-50-2. – EDN UOQHYG.
7. Бондаренко-Борисова И.В., Хархота Л.В. Изучение устойчивости представителей рода *Corylus* L. (Betulaceae) в коллекции Донецкого ботанического сада к грибным фитопатогенам, Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: матер. III всерос. конф. с междунар. участием. Москва, 11–15 апреля 2022 года. Красноярск: Институт леса СО РАН, 2022: 28-29.

УДК 633.492

ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОБРАЗЦОВ И СПОСОБОВ ПОСАДКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ БАТАТА

Поварницына Анастасия Витальевна, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Шитикова Александра Васильевна, д.с.-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Аннотация: В статье приведены результаты полевых исследований по выращиванию культуры батата различных сортовых образцов в 2024 году на Полевой Опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Ключевые слова: батат, сортовой образец, длина, количество листьев, урожайность

Введение. Батат – тропическое растение, принадлежащее к семейству Вьюнковых. Стебли этой культуры достигают 1-4 м, бывают зеленой или фиолетовой окраски. Размножение – вегетативное. Клубни батата образуются за счет утолщения боковых корней и могут достигать 30 см в длину и весить от 50 г до 4 кг. Имеют различный окрас: розовый, белый, фиолетовый, зеленоватый, красный или оранжевый; и форму: веретеновидную, или округло-овальную [4].

Родиной батата считают Центральную и Южную Америку. Эта культура считается одной из самых древних, ее возделывали еще древние народы майя и ацтеки.

В 20 веке, когда в странах, таких как Китай, Израиль и США началась селекционная работа по батату, появились сорта, устойчивые к умеренному климату, что дало возможность культуре распространиться до Канады, Великобритании, Франции и севера Китая [1].

В настоящее время общая площадь возделывания батата в мире составляет около 10 млн. га. Он произрастает на территории США, Африки и Азии. В России – на Северном Кавказе, в районах Нижней Волги и Дона, а также в небольших бататоводческих хозяйствах Краснодарского и Ставропольского края, в Республике Крым, Воронежской, Волгоградской и Ленинградской областях [2].

Урожайность культуры достигает 40 – 60 т/га. По скороспелости выделяют сорта: очень ранние, ранние, среднеранние, средне-и позднеспелые.

Батат используют в различном виде: печеном, жареном, сушеном; молодые листья используют в салатах. Зеленая масса может быть хорошей добавкой к корму для КРС, свиней и кроликов [3].

В клубнях батата содержится 4-6% сахара, до 32% крахмала, витамины А, С, Е, В, инулин, а его калорийность превосходит картофель в 1,5 раза [5].

Цель. Целью исследований являлось определение сортового образца, и способа посадки, сформировавшие наибольшую урожайность в условиях выращивания Центрального района Нечерноземной зоны.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024 году. Закладка опыта происходила 28 мая, на территории Полевой Опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Так как батат размножается вегетативно, посадка происходила вручную, укорененными черенками. В опыте изучается 6 сортовых образцов: Амстердамский, Сухумский, Тайнунг-65, Победа 100, Джewel, Порту Баттераба. А также различные способы посадки: вариант 1 (гладкая посадка, черная пленка), вариант 2 (гребневая посадка, черная пленка), вариант 3 (гребневая посадка, прозрачная пленка), вариант 4 (гребневая посадка, мульчирующая ткань), вариант 5 (гребневая посадка, белая пленка).

На выровненном участке земли были образованы гребни, высотой 30 см, которые затем накрывались пленкой или тканью, в зависимости от варианта. Схема посадки: 110*40. Общая площадь опыта – 56 м². Удобрения в течении вегетации не вносились, пестицидные обработки не проводились. Определялись такие показатели как: длина растений, количество стеблей, и листьев, структура урожая. Уборка происходила вручную, 24 сентября 2024 года. Вегетационный период составил 119 дней.

Результаты и их обсуждение. В период вегетации наблюдался активный рост и развитие растений батата, основной прирост приходился на июль месяц.

К концу вегетации длина растений батата находилась в пределах средних значений от 120 см (образец Амстердамский) до 281,8 см (образец Тайнунг-65). Данный показатель также изменялся в зависимости от способа выращивания. Наибольшие значения у сортового образца Амстердамский – 148 см при выращивании в варианте 3 с прозрачной пленкой, наименьшие – 80 см при выращивании с белой пленкой, вариант 5. У образца Порту Баттераба длина растений находилась в пределах 162 см (вариант 3) - 122 см (вариант 4). У образца Победа 100 наибольшие значения - 236 см наблюдались при выращивании в гребнях с черной пленкой, вариант 2, наименьшие - 130 см в варианте 4. Сортовой образец Сухумский 93-231 см в вариантах 5 и 3 соответственно. У образца Тайнунг – 65 наибольшая длина растений к уборке 360 см в варианте 3 и 202 см при выращивании в варианте 4. У сортового

образца Джевел максимальные значения достигли 419 см (вариант 1), и 162 см в варианте 2. Таким образом, максимальная длина растений в большинстве вариантов наблюдалась при выращивании с прозрачной пленкой.

Количество стеблей на растении в опыте к уборке составляла в среднем 6,8 стеблей. Наибольшее количество у образца Порту Баттераба – 11,8 шт./ раст. и Тайнунг-65 – 9,2 стеблей. Наименьшее у образца Амстердамский – 3,8 шт./раст. В остальных образцах значения колеблются от 5,2 до 5,8 стеблей.

Также проводился подсчет количества листьев на растениях. К уборке средние значения находились на уровне 546,4 (образец Амстердамский)-749,4 шт. (Тайнунг-65). Самая высокая облиственность растений наблюдается в варианте 3, с выращиванием под прозрачной пленкой в гребнях – 824,3 штук, и при гладкой посадке под черной пленкой – 813,7 штук. В вариантах 2, 4 и 5 среднее количество листьев 682,5 шт., 496,2 шт., 347,5 шт. соответственно.

Максимальное значение в опыте - 1202 листа сформировались у сортового образца Джевел при выращивании на гладкой посадке с черной пленкой. При выращивании в гребнях с черной пленкой наибольший показатель – 920 листьев у образца Сухумский. В варианте 3 – 1010 штук (образец Тайнунг-65). Вариант 4 – 608 штук сортовой образец батата Джевел. Вариант 5 – 547 штук – Тайнунг -65.

Урожайность батата изменяется в зависимости от сортовых образцов и варианта способа посадки (рис.1).

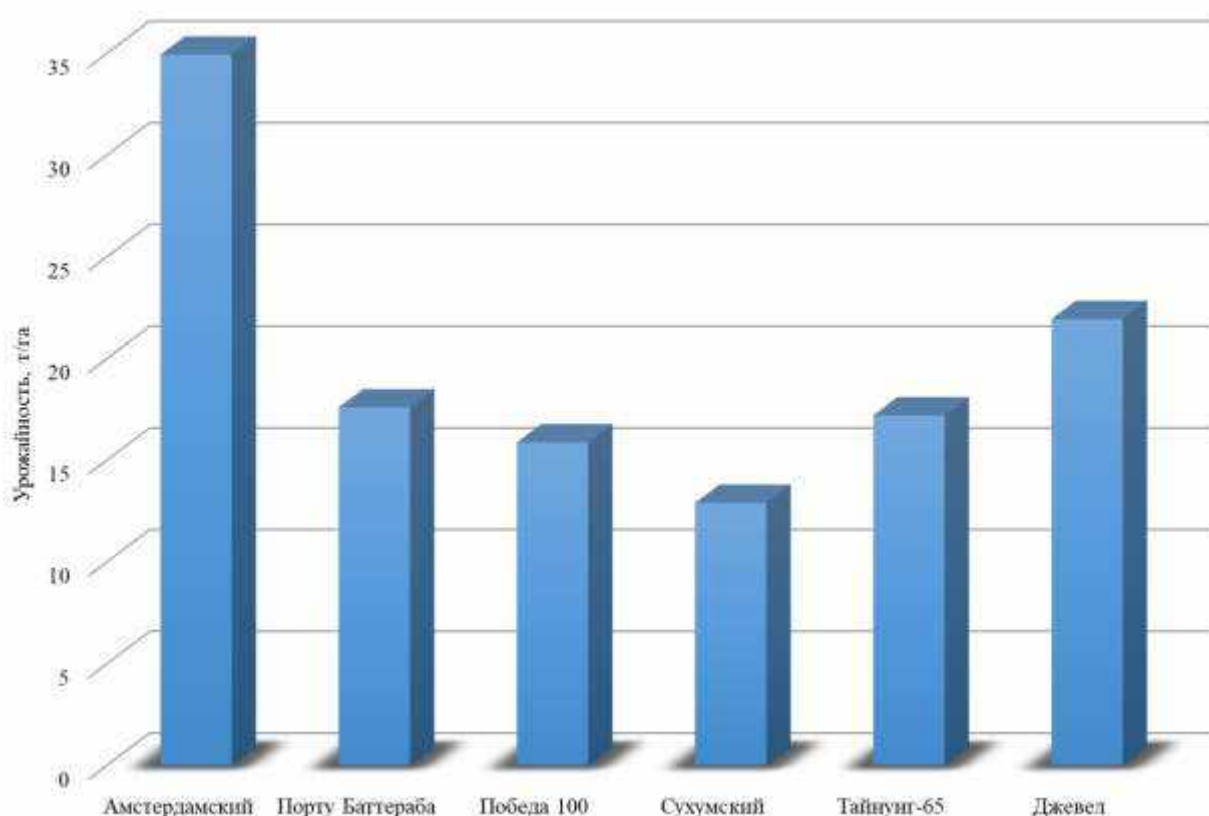


Рис.1 Урожайность сортовых образцов батата, т/га

По анализируемым данным наибольшая урожайность наблюдалась при выращивании сортовых образцов: в варианте с черной пленкой при гладкой посадке - Амстердамский (46,5 т/га), Порту Баттераба (23,36 т/га), Тайнунг-65 (38,47 т/га), в варианте с черной пленкой и гребнями (Джевел - 40,21 т/га), и в варианте с белой пленкой и гребнями (Победа 100 – 20,41 т/га, Сухумский – 16,26 т/га). Также высокие показатели урожайности зафиксированы в варианте гребни + мульчирующая ткань в образцах Порту Баттераба (19,6 т/га), Победа 100

(16,42 т/га), Сухумский (13,63 т/га), Тайнунг-65 (19,26 т/га), а у сортовых образцов Амстердамский и Джевел при выращивании по гребневой посадке с черной пленкой (45,43 т/га) и прозрачной пленкой (28,49 т/га) соответственно.

Средняя урожайность сортовых образцов по вариантам колеблется от 34,93 т/га (Амстердамский), до 12,90 т/га (Сухумский).

Среднее значение формирования клубней на растении 4,4 штуки. Наибольшее количество клубней (7,33 шт.) сформировалось в варианте 1, образец Порту Баттераба, при средней массе 1 клубня с растения в 140,25 г. Наименьшее – 2,3 в варианте 2, образец Сухумский (средняя масса 1 клубня 226,23 г).

Показатель индекса формы (отношение длины клубня к его ширине) может дать обоснованные сведения о форме клубней батата. У образцов Амстердамский, Победа 100, Тайнунг-65 и Джевел он составляет 1,4-1,69 что позволяет определить их как продолговато-овальную. А образцы Порту Баттераба и Сухумский отнести к длинной (1,7-1,9).

Заключение. Итак, в результате проведенных исследований удалось выявить, что сортом, сформировавшим наибольшую урожайность, при средних данных, является Амстердамский – 34,93 т/га. Наибольшие показатели – 46,5 т/га и 45,43 т/га в вариантах 1 (гладкая посадка, черная пленка) и 2 (гребни, черная пленка) соответственно.

Библиографический список

1. Ардисламов, Н.А. Влияние комплексных удобрений на урожай и качество батата. В сборнике: Агрохимия в XXI веке. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти академика РАН В.Г. Минеева. [Текст] / Под редакцией В.А. Романенкова. 2018. С. 114-118.

2. Зорин, Д.А. Интродукция батата в Удмуртской Республике [Текст] / Д.А. Зорин, Е.Н. Черемных // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4 (60). С. 11-15.

3. Егорова, О.О. Использование батата в производстве вторых блюд [Текст] / О.О. Егорова, М.С. Воронина // В сборнике: Сборник материалов международных научно-практических конференций. 2018. С. 153-157.

4. Ермоленко, А.В. Опыт возделывания батата (*Ipomoea batatas*) в Беларуси с применением укрывных материалов. В сборнике: проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран [Текст] / Сборник научных статей VIII Международной научно-практической интернет-конференции. под ред. И. Н. Шаруха, А. В. Клебанова. 2019. С. 35-38.

5. Коломейченко, В. В. Полевые и огородные культуры России. Корнеплоды : монография [Текст] / В. В. Коломейченко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 500 с.

УДК 633.374

ЛЯДВЕНЕЦ РОГАТЫЙ - ЦЕННАЯ КУЛЬТУРА В ОРГАНИЧЕСКОМ ПАСТИЩНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Прудников Кирилл Станиславович, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kirillprudnikov3301@gmail.com

Лазарев Николай Николаевич, д.с.-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lazarevnick2012@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается лядвенец рогатый как перспективная кормовая культура для органического пастбищного хозяйства. Описаны его биологические особенности, преимущества в кормопроизводстве и устойчивость к неблагоприятным условиям. Подчеркивается его значимость в улучшении почвенного плодородия и снижении затрат на удобрения. Особое внимание уделяется содержанию конденсированных танинов

и их положительному влиянию на здоровье животных. Цели и задачи опыта нацелены на изучение высокой эффективности культуры при соответствующей агротехнике. Исследования выполняются на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ключевые слова: *лядвенец рогатый, органическое пастбищное хозяйство, конденсированные танины, питательная ценность.*

В настоящее время на нужды кормопроизводства задействовано до 70% всех сельскохозяйственных угодий. Однако из-за их низкой продуктивности уровень обеспечения животноводства кормами остаётся неудовлетворительным. Учитывая текущую экономическую ситуацию, применение высоких доз минеральных удобрений под кормовые культуры с целью повышения урожайности представляется малореалистичным. Поэтому необходимо ориентироваться на принципы ресурсосбережения, использовать биологические, технологические и организационные возможности, а также рационально размещать кормовые культуры в структуре севооборотов.

Одним из перспективных направлений повышения продуктивности кормовых угодий является использование биологических свойств растений. Применение полевых травопольных севооборотов позволит замедлить процесс истощения гумуса и со временем повысить плодородие почв, в том числе за счёт азотфиксирующей способности бобовых культур. Включение лядвенца рогатого в сельскохозяйственное производство представляет собой значимый резерв для ресурсосбережения и поддержания почвенного плодородия [2].

Лядвенец рогатый это полуверховое яровое растение высотой 20–80 см. Корень стержневой, мощный, хорошо разветвленный, углубляется в почву до 1,5 м. Корневая шейка обычно располагается на глубине 1,5-2 см. Стебли от прямостоячих до лежачих и приподнимающихся, тонкие, округлые и граненые, гладкие и опушенные в разной степени. Высота их составляет 30-40 см, а при хорошей агротехнике - 60-80 см. Они образуют плотный куст. Ветвистость в сплошных посевах составляет 7-8 шт., разреженных – 15-70. Стебли не грубеют, хорошо и равномерно облиственны. Количество побегов увеличивается к 3-4 году жизни. Листья сложные, тройчатые не опушенные, с прочным прикреплением к стеблю и не осыпающиеся при сушке, как у клеверов, на коротких черешках. Листочки мелкие, неправильно-ромбовидной или яйцевидной формы, цельнокрайние. Прилистники парные, сердцевидные, равной длины с листочками. С верхней стороны листочки зеленые, гладкие, с нижней голубовато-зеленые, в различной степени опушенные. Соцветие небольшая зонтичная головка из 5-6 цветков на тонких цветоножках. Цветки ярко-желтые или желтовато-оранжевые. Плод - многосемянный боб, при созревании растрескивается. В бобе 11 - 20 семян. Бобы удлиненные, многосемянные прямые или слабоизогнутые, с шиловидным кончиком, при созревании растрескиваются. Семена мелкие, округло-бобовидные, коричневые, реже бурые, желто-зеленого цвета, длиной 1,2-1,5 мм. Масса 1000 семян 0,8-1,5 г [5].

Лядвенец рогатый относится к лучшим кормовым травам. Зеленая масса лядвенца рогатого нежная и охотно поедается всеми видами животных. Зеленая масса лядвенца содержит витамины В, Д, аскорбиновую кислоту – в листьях в фазе бутонизации ее количество достигает 1280 г/кг, каротин – 44-12 мг/кг, что значительно больше, чем у люцерны и клевера [3]. Сено его по питательности превосходит клеверное (табл. 1). Содержание сырого белка в сухой массе нередко достигает 18%, а переваримость – 68%. Лядвенец отличается высокой устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям и долголетием (на одном месте произрастает 5 и более лет). Его можно возделывать в различных районах, в том числе и на территории Московской области [4].

Таблица 1

Среднее содержание и переваримость сырого и чистого белка в зеленой массе многолетних бобовых трав

Культура	Содержание белка, % на абсолютное сухое вещество		Переваримость белка, %	
	сырого	чистого	сырого	чистого
Люцерна изменчивая	21	17	78	74
Козлятник восточный	20	17	77	73
Клевер ползучий	21	18	73	74
Донник	20	15	72	72
Лядвенец рогатый	18	15	68	68
Эспарцет	16	15	68	68
Клевер луговой	16	15	70	68

Лядвенец рогатый имеет множество достоинств, например, длительность хозяйственного использования (в травостое сохраняется до 10 - 12 лет); способствует восстановлению структуры и плодородия почв, очищению полей от сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур; имеет продуктивное длительное хозяйственное использование; возможность использования как пастбищного и сенокосного кормового растения; дает самый ранний и поздний корм, травостой конвейерного типа; обеспечивает получение большой массы кормов высокой питательности при хорошей поедаемости и переваримости; может использоваться для выпаса скота и приготовления различных видов кормов: сена, сенажа, силоса, травяной муки; способен выносить длительное затопление; благодаря симбиозу с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями фиксирует азот атмосферы, накапливая его в корневых и пожнивных остатках; растет на малопродуктивных, с повышенной кислотностью почвах; хороший медонос [2].

Лядвенец рогатый экологически пластичен, зимостоек, морозо- и засухоустойчив. Летом при высоких дневных температурах хорошо переносит перегрев. При температуре +28-30°C листья клевера теряют тургор, в то время как листья лядвенца рогатого поддерживают его в течение всего дня. Нетребователен к плодородию почвы, однако угнетается на тяжелых, слабо воздухопроницаемых почвах. Высокие результаты обеспечивает на влажных суглинистых и осушенных торфяно-болотных почвах с уровнем грунтовых вод 60–100 см. Можно возделывать на песчаных, супесчаных и антропогенно преобразованных торфяных почвах. Устойчив к повышенной кислотности почвы пахотного и подпахотного горизонтов (рН 4,5–5,5). Способен выдерживать паводковое затопление и жесткую конкуренцию дикорастущих луговых трав. Не поражается болезнями и не повреждается вредителями.

Долгое время лядвенец рогатый считался малопродуктивной культурой, пригодной для посева только на лугах и пастбищах, где другие продуктивные травы не растут, поэтому его рекомендовали включать в сложные смеси преимущественно со злаковыми травами. Испытания последних лет показали, что лучшие сорта лядвенца при правильной агротехнике возделывания могут давать высокие урожаи зеленой массы и на полевых землях. В полевых севооборотах лядвенец рогатый - прекрасный предшественник для озимых, яровых зерновых и картофеля. Лядвенец рогатый - отличная сенокосно-пастбищная культура, пригодная для скармливания всем видам сельскохозяйственных животных [4].

Он имеет значительные перспективы в системе органического пастбищного хозяйства, поскольку за счёт симбиотической азотфиксации лядвенец может фиксировать в надземной массе до 140 кг/га биологического азота и поэтому не требует внесения азотных удобрений, может расти на почвах с невысокой обеспеченностью фосфором, переносит временное переувлажнение, обладает высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью, долголетием, накапливает конденсированные танины, которые обладают антигельминтным действием. Содержание конденсированных танинов в лядвенце рогатом составляет от 10 до 40 г. на 1 кг. сухого вещества. У жвачных животных они уменьшают расщепление протеина и смещают место переваривания протеина из рубца в кишечник, что предотвращает

заболевание животных тимпанией (вздутием рубца). Кроме того, меньше азота выделяется с мочой, что снижает выщелачивание и улетучивание азота, а также уменьшает эвтрофикацию и выброс парниковых газов. Лядвенец за счёт лучшего усвоения протеина животными положительно влияет на отложение полиненасыщенных жирных кислот, особенно омега-3, в мясе, молоке и сыре, а также улучшает органолептические качества этих продуктов. Конденсированные танины в лядвенце способствуют усилению роста шерсти, секреции молока и репродуктивной способности пастбищных овец, не влияя на потребление корма, тем самым улучшая эффективность преобразования корма [1].

Результаты и обсуждение. Схема опыта представлена многолетними травами и их смесями разделенная на 4 повторности (I, II, III, IV). Общий размер участка составляет 28.8 м. в ширину и 44.1 м. в длину. Размер делянки 6.2 м. на 1 м., междурядье 1 м. Опыт делится на участки без обработки и участки с использованием биологического стимулятора роста.

Таблица 2

Схема опыта

I повторность	II повторность	III повторность	IV повторность
1	12	4	15
3	18	5	10
6	5	17	13
8	17	9	2
10	19	8	18
7	14	6	11
2	13	1	17
9	16	14	4
10	4	18	5
18	2	12	6
15	1	11	7
13	9	16	8
14	7	7	12
16	8	15	14
11	3	10	3

1. Фестулолиум фест
2. Фестулолиум Изумрудный
3. Овсяница Луговая
4. Фестулолиум фест + Лядвенец рогатый Луч
5. Фестулолиум Изумрудный + Лядвенец рогатый Луч
6. Овсяница Луговая + Лядвенец рогатый Луч
7. Фестулолиум фест + Люцерна жёлтая Нижегородская
8. Фестулолиум Изумрудный + Люцерна жёлтая Нижегородская
9. Овсяница Луговая + Люцерна жёлтая Нижегородская
10. Фестулолиум фест
11. Фестулолиум Изумрудный
12. Овсяница Луговая
13. Фестулолиум фест + Лядвенец рогатый Луч
14. Фестулолиум Изумрудный + Лядвенец рогатый Луч
15. Овсяница Луговая + Лядвенец рогатый Луч
16. Фестулолиум фест + Люцерна жёлтая Нижегородская
17. Фестулолиум Изумрудный + Люцерна жёлтая Нижегородская
18. Овсяница Луговая + Люцерна жёлтая Нижегородская

Библиографический список

1. Лазарев Н. Н., Куренкова Е. М., Кухаренкова О. В., Климов А. А., Дикарёва С. А., Бойцова А. Ю. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) в органическом пастбищном хозяйстве // Кормопроизводство. — 2023. — 7 нояб. — УДК 633.37:633.2.038.
2. Лядвенец рогатый / ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса». — Пушкино, 2015. — 24 с.
3. Скамарохова А. С., Ригер А. Н. Лядвенец рогатый — перспективный засухоустойчивый кормовой компонент // Кормопроизводство. — 2024. — № 7. — С. 116–120. — DOI: 10.33920/sel-10-2407-17.
4. Рышкель О. С., Крюкова Л. И., Тыновец С. В. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*) — перспективная культура для антропогенно преобразованных почв Припятского Полесья // Кормопроизводство. — 2024. — 7 нояб. — УДК 633.37:633.2.038.
5. Ториков В. Е., Белоус Н. М. Практикум по луговому кормопроизводству: учебное пособие. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 264 с. — ISBN 978-5-8114-6354-1.

УДК: 632.913.1

СРАВНЕНИЕ ПЕРЕЧНЕЙ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СТРАН БРИКС ПО ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Рыбкин Илья Дмитриевич, специалист отдела научно-агрономического сопровождения ООО «Агрохим XXI»

Белощапкина Ольга Олеговна, профессор, д. с.-х. н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева beloshapkina@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье проанализированы карантинные перечни карантинных вредных организмов стран-торговых партнеров (Россия, Бразилия, Египет, КНР, Иран), основных участников БРИКС по объектам внешнего карантина (Список A1) в отношении заболеваний зерновых культур. В карантинных перечнях всех стран присутствуют возбудители теппасской корневой гнили, бактериального увядания кукурузы, бактериального ожога риса и бактериальной полосатости риса. Другие микозы, бактериозы и вирусозы входят в перечни не всех стран-импортеров зерновой продукции.

Ключевые слова: зерновые культуры, перечень карантинных болезней, страны БРИКС.

Введение. На данный момент в перечне карантинных объектов Российской Федерации (Решение Совета ЕЭК от 30.11.2016 № 158 "Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза") всего 249 карантинных объектов, среди которых часть относится к карантинным объектам, отсутствующим на территории Российской Федерации (список A1), а часть к карантинным объектам, ограниченно распространенным (список A2) [1]. Особый интерес представляют карантинные объекты, относящиеся к зерновой продукции, поскольку важнейшей частью экспорта Российской Федерации является зерно, которое наша страна поставяет в десятки стран на разных континентах. В связи с тем, что рынок сельскохозяйственной продукции нашей страны сильно изменился, появились новые страны, готовые покупать наше зерно и экспортировать свою зерновую продукцию в нашу страну. В первую очередь это страны международного объединения BRICS (БРИКС). Важными торговыми партнерами являются такие страны как Бразилия, Египет, КНР, Иран. В случае отсутствия карантинных объектов в списке страны, принимающей зерновую партию, есть риск проникновения карантинных объектов на их территорию и дальнейшей инвазии в процессе внутреннего перемещения.

Мониторинг фитосанитарного состояния сельскохозяйственной продукции на наличие карантинных объектов при экспорте продукции в зарубежные страны осуществляется сотрудниками подведомственных учреждений РСХН (ФГБУ «ВНИИКР», ФГБУ «ЦОК АПК», ФГБУ «ВНИИЗЖ», а также Референтными центрами Россельхознадзора). При проведении мониторинга особую долю внимания уделяют качеству отправляемой продукции и ее соответствию карантинным требованиям страны-экспортера. Перед отправкой партии зерновой продукции в страны-грузополучатели специалистами подведомственных учреждений проводится анализ соответствия отправляемой партии как собственным требованиям, так и требованиям страны, принимающей продукцию. Карантинные перечни стран-отправителей размещены в свободном доступе на официальных сайтах.

При проведении анализа зерновой продукции на соответствие карантинным требованиям принимающей страны оформляется фитосанитарный сертификат (ФСС), срок действия которого у каждой из стран различается. Например, в РФ данный сертификат действует на протяжении 30 дней [2], при этом оформление карантинного сертификата (КС) не является необходимым, если семенная партия вывозилась не из карантинной фитосанитарной зоны. Без ФСС вывести партию зерновой продукции в страну-импортер не представляется возможным. Если после дальнейшей приемки партии зерновой продукции страной-импортером окажется, что партия не соответствует требованиям по карантинным объектам, страной-грузополучателем может быть отправлена нотификация о несоответствии продукции заявленным требованиям, по получении которой сотрудниками РСХН должны быть приняты экстренные действия [3].

В данной работе проведен сравнительный анализ перечней карантинных объектов зерновой продукции России и ряда стран-экспортеров зерна. На данный момент в перечне карантинных объектов РФ всего суммарно 68 объектов по зерновой продукции. Из них к экспертизе в области микологии относится 9 объектов, к бактериологической экспертизе относится 4 объекта и к вирусологии 2 объекта.

Методика исследования. При проведении анализа на обеспеченность карантинных перечней стран-импортеров были использованы списки карантинных объектов, представленные на официальных сайтах принимающих стран [4,5,6,7]. По каждому виду экспертизы (микология, бактериология и вирусология) были рассмотрены объекты из карантинного перечня Российской Федерации. Проведен анализ наличия или отсутствия объектов определенной категории в карантинном перечне стран-торговых партнеров. Данный анализ представляет особый интерес в связи с возможным отсутствием искомых объектов в карантинных перечнях принимающих стран и возможности их дальнейшей транспортировки внутри принимающей страны.

По результатам проведенного анализа карантинных перечней стран BRICS на обеспеченность карантинными объектами в части микологии, бактериологии и вирусологии было получено, что несколько патогенов присутствуют в списках каждой из рассматриваемых стран. В первую очередь сравнительный анализ был проведен по грибным болезням зерновых колосовых культур и кукурузы и их возбудителям. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты сравнения списков карантинных грибных заболеваний в перечнях стран-импортеров зерновой продукции

№ п/п	Название болезни	Возбудитель	Россия	Бразилия	Египет	КНР	Иран
1	Пятнистость листьев кукурузы	<i>Cochliobobus carbonum</i> R.R. Nelson	+	-	-	-	-

2	Антракноз хлопчатника	<i>Glomerella gossypii</i> (South) Edgerton	+	-	+	-	-
3	Техасская корневая гниль	<i>Phymatotrichopsis omnivora</i> (Duggar) Hennebert	+	+	+	+	+
4	Диплодиоз кукурузы	<i>Stenocarpella macrospora</i> (Earle) Sutton	+	-	+	-	+
5	Диплодиоз кукурузы	<i>Stenocarpella maydis</i> (Berkeley) Sutton	+	-	+	-	+
6	Индийская (карнальская) головня пшеницы	<i>Tilletia indica</i> Mitra	+	+	+	+	-
7	Пурпурный церкоспороз	<i>Cercospora kikuchii</i> (T. Matsu & Tomoyasu) Gardn.	+	-	-	-	-
8	Фомопсис подсолнечника	<i>Diaporthe helianthi</i> Munt.-Cvet. et al.	+	-	+	+	+
9	Карликовая головня пшеницы	<i>Tilletia controversa</i> Kuhn	+	-	+	+	-

Объектом, карантинным для всех анализируемых стран, оказался гриб *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert, возбудитель техасской корневой гнили. Этот возбудитель относится к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota*, классу *Pezizomycetes*, порядку *Pezizales*, семейству *Rhizinaceae*. Распространение получил преимущественно в Северной и Центральной Америке, в таких странах как США, Мексика, Венесуэла; в Африке выявлен в Ливии. На поверхности пораженных корней образуется в течение 2-3 дней белый налет мицелия, проникающего в поверхностные клетки. В дальнейшем на пораженных участках происходит потемнение тканей. При дальнейшем росте патогена происходит разложение проводящих тканей корней и как следствие центральный цилиндр становится красновато-бурым. Патоген может образовывать склероции неправильной округлой формы, цвет их преимущественно коричневый или черный, размер обычно не превышает 1-5 мм. Патоген также производит на поверхности тканей обильное количество конидий (спороматы). Источниками инфекции могут послужить саженцы плодовых и декоративных культур, клубни, маточные корнеплоды и семена некоторых культур. В них могут сохраняться такие структуры патогена как мицелий, его видоизменения в виде шнуров или склероций. Перенос патогена может происходить посредством прилипших почвенных частиц. Благоприятными климатическими условиями для развития гриба-возбудителя являются обильные осадки и высокие температуры (в пределах 34⁰С). Сохранение в почве происходит преимущественно в виде склероциев и конидий [8]. Результаты анализа карантинных перечней бактериальных фитопатогенов на зерновых культурах представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты сравнения списков карантинных бактериальных заболеваний в перечнях стран-импортеров зерновой продукции

№П/п	Название болезни	Возбудитель	Россия	Бразилия	Египет	КНР	Иран
1	Бактериальное увядание (вилт)	<i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> (Smith) Mergaert et al.	+	+	+	+	+

	кукурузы						
2	Желтый слизистый бактериоз пшеницы	<i>Rathayibacter tritici</i> (Carlson & Vidaver) Zgurskaya et al.	+	-	-	-	-
3	Бактериальн ый ожог риса	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> (Ishiyama) Swings et al.	+	+	+	+	+
4	Бактериальн ая полосатость риса	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzicola</i> (Fang et al.) Swings et al.	+	+	+	+	+

В перечне всех стран встречаются следующие фитопатогенные бактерии: *Pantoea stewartii subsp. stewartii* (Smith) Mergaert et al., возбудитель бактериального увядания (вилт) кукурузы, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Swings et al. возбудитель бактериального ожога риса и *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Fang et al.) Swings et al., возбудитель бактериальной полосатости риса. Ниже приведено описание биологических особенностей бактерии *Pantoea stewartii subsp. stewartii*, которая относится к царству Bacteria, отделу Proteobacteria, классу Gammaproteobacteria, порядку Enterobacterales, семейству Enterobacteriaceae. Единственно важным и ценным культурным растением, которое поражает данный возбудитель является кукуруза, причем наибольшей восприимчивостью обладает сахарная кукуруза. Меньше им поражается зубовидная и кремнистая. Основная симптоматика поражения наблюдается на молодых растениях. В стадии проростков часто наблюдается их гибель, на более поздних стадиях вредоносность болезни снижается. Поражение вилтом может происходить в разной степени на различных сортах и гибридах. На растениях восприимчивых гибридов происходит увядание вследствие закупорки проводящих тканей бактериальным экссудатом; изменяется окраска листьев, их обширные участки становятся светло-зеленого или желтого цвета, а край листа становится неровный и волнистый. На поверхности листьев появляются продольные штрихи, тянущиеся параллельно жилкам. Распространение патогена происходит преимущественно семенами и продовольственным зерном кукурузы при его транспорте. Сохранение может происходить в растительных остатках и в составе органических удобрений. Перенос также может происходить рабочими органами сельскохозяйственных орудий [9]. Неклеточные патогены, способные поражать зерновые культуры, были представлены двумя вирусами рода Nepovirus, имеющими широкую филогенетическую специализацию и поражающими, как культурные плодовые, овощные и полевые культуры, так и многие сорные растения (таб. 3).

Таблица 3

Результаты сравнения списков карантинных вирусных заболеваний в перечнях стран-импортеров зерновой продукции

№П/п	Название на русском	Наименование на латыни	Россия	Бразилия	Египет	КНР	Иран
1	Неповирус кольцевой пятнистости табака	Tobacco ringspot nepovirus	+	-	+	+	-
2	Неповирус кольцевой пятнистости томата	Tomato ringspot nepovirus	+	+	+	+	-

Заключение. По результатам проведенного анализа карантинных перечней нескольких стран международного объединения BRICS оказалось, что наибольшая

обеспеченность карантинного списка в части микологической экспертизы по объектам, являющимися карантинными в РФ у Египта (7 из 9), при этом меньше всего у Бразилии (2 из 9). В отношении бактериальных возбудителей оказалось, что в списке карантинных объектов всех стран указаны возбудители бактериального увядания кукурузы, бактериального ожога риса и бактериальной полосатости риса, при этом нет *Rathayibacter tritici* - объекта из списка РСХН. По экспертизе в области вирусологии наибольшая обеспеченность карантинного перечня у Египта (2 из 2), а наименьшая - у Ирана (0 из 2).

Библиографический список

1. Решение Совета ЕЭК от 30.11.2016 № 158 “Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза”. / [Электронный ресурс] // Альта-Софт: [сайт]. — URL: <https://www.alt.ru/tamdoc/16sr0158/> (дата обращения: 30.05.2025).
2. Фитосанитарный сертификат при прохождении таможни, требования к продукции подлежащей фито сертификации. / [Электронный ресурс] // ucsol: [сайт]. — URL: <https://ucsol.ru/sertifikatsiya/fitosanitarnyj-sertifikat> (дата обращения: 30.05.2025).
3. Guidelines for non-compliance and emergency action notifications. International Standard for Phytosanitary Measures / [Электронный ресурс] // Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance: [сайт]. — URL: <https://en.rfg.ru/docs/guidelines-for-non-compliance-and-emergency-action-notifications-international-standard-for-phytosanitary-measures/5> (дата обращения: 29.05.2025).
4. Бразилия. Экспорт зерна / [Электронный ресурс] // Россельхознадзор: [сайт]. — URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/braziliya/jeksport-zerna-3/> (дата обращения: 30.05.2025).
5. Перечень карантинных организмов КНР / [Электронный ресурс] // Россельхознадзор: [сайт]. — URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/braziliya/jeksport-zerna-3/> (дата обращения: 23.05.2025).
6. Египет. Экспорт / [Электронный ресурс] // Россельхознадзор: [сайт]. — URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/egipet/export-52/> (дата обращения: 29.05.2025).
7. Иран. Ограничения на ввоз / [Электронный ресурс] // Россельхознадзор: [сайт]. — URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/iran/ogranicheniya-na-vvoz-56/> (дата обращения: 29.05.2025).

УДК 633.853.52:631.5

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЕМЯН ПРИ УБОРКЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОИ

Трунов Василий Владимирович, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сои ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, soya@lniir.ru

Сеничев Евгений Игоревич, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сои ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, soya@lniir.ru

Тевченков Александр Андреевич, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сои ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, soya@lniir.ru

Аннотация: Исследования показали, что влияние влажности семян при уборке сои на урожайность и посевные качества семян. Установлены оптимальные сроки уборки для получения высокого урожая качественных семян сои

Ключевые слова: соя, сорт, урожайность, влажность, посевные качества

Соя – одна из основных белково-масличных культур в мировом земледелии, играющая важнейшую роль в решении проблемы дефицита белка. По своему применению она универсальна. В мировом земледелии общая площадь, занятая соей, достигает 120 млн га

при средней урожайности на этой площади 2,6 т/га зерна. В Российской Федерации отмечается увеличение площадей под соей [1, 2].

В настоящее время созданы сорта сои имеющие высокую потенциальную продуктивность (до 5 т/га). Однако в производстве даже лучшие сорта не могут формировать стабильный по годам урожай качественного семян. Это может быть связано как с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями, так и нарушением сортовой технологии, недостаточной обеспеченностью сельхозпроизводителей качественным посевным материалом. Одним из важнейших условий получения высококачественного посевного материала является своевременная уборка растений. Известно, что несвоевременная и неорганизованная уборка может повлечь за собой ухудшение посевных качеств семян вследствие преждевременной остановки притока сухого вещества в семенах, биохимических процессов распада органических веществ семян, синтеза высокомолекулярных соединений, сопровождающего выделением воды, что приводит к порче семян в результате жизнедеятельности бактерий и грибов, населяющих их поверхность [3]. В литературе имеются данные о том, что запаздывание с уборкой сои на 7-14 суток приводит к ухудшению всхожести семян на 5 % [4]. Все это обуславливает необходимость изучения приемов производства качественных семян сои, в частности, сроков его уборки.

Целью исследований – установить оптимальные сроки уборки семенных посевов сои с получением семян с высокими посевными качествами, не изменяющимися при длительном хранении.

Опыт заложен в 2023 г. на экспериментальном поле ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. В качестве объекта исследования выбраны включенные в Госреестр РФ сорта краснодарской селекции сои: Баргузин, Саяна, Лира и Пума.

Метеорологические условия в год проведения исследований в целом были благоприятными для роста и развития растений сои, в период уборки наблюдалась неустойчивая погода с частыми дождями, что привело к некоторому повышению влажности семян к последнему сроку уборки.

Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями, посев – селекционной сеялкой СКС-6-10. Площадь делянки 15 м², повторность четырехкратная. Норма высева 500 тыс. всхожих семян на 1 га. Уборку сои проводили комбайном «Сампо-130» при разной влажности семян, начиная с влажности семян 25 % и в дальнейшем 22-20 %; 18-17 %; 16-15 % и 14 %. Подработку семян проводили на машине СМ-0,15. Выход кондиционных семян из зерновой массы после сушки и сортирования составляет 80-85 %.

Для последующего изучения посевных качеств семенного материала на хранение было заложено по 1 кг семян разных сроков уборки. Оценку посевных качеств семян сои проводили по казателям лабораторной всхожести и энергии прорастания согласно ГОСТ 52325-2005.

Известно, что оптимальные условия, способствующие длительному сохранению посевных качеств семян, складываются в годы с температурными условиями и количеством выпадающих осадков, близкими к средним многолетним показателем, при относительной влажности воздуха выше многолетней [5].

Уборка семян сои при влажности зерна 25 % приводила к снижению урожайности во всех изучаемых вариантах опыта не зависимо от сорта. При этом разница между другими вариантами опыта не существенной.

Таблица 1

Влияние влажности травмирование и посевные качество семян сои

Название сорта	Влажность семян %	Урожайность, т/га	Травмирование зерна, %		Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
			макротравмы	микротравмы		
Баргузин	более 25	2,51	23,5	14,8	71,9	80,8
	22-20	2,29	15,5	12,9	78,9	85,9
	18-17	2,21	10,5	7,5	79,1	99,1
	16-15	2,16	5,9	4,7	80,1	99,5
	14 и менее	2,10	11,9	7,1	82,1	99,3
Саяна	более 25	2,29	24	15,2	70,1	89,1
	22-20	2,10	16,5	13,3	72,9	92,8
	18-17	2,05	11,3	6,9	77,9	95,9
	16-15	1,97	4,6	3,2	78,9	99,1
	14 и менее	1,90	12,1	8,2	78,9	99,2
Ли́ра	более 25	2,25	24,5	15,9	73,9	89,1
	22-20	2,05	14,1	11,6	77,5	89,5
	18-17	1,98	8,1	3,5	78,9	98,7
	16-15	1,94	4,1	2,7	79,1	99,9
	14 и менее	1,93	9,7	6,1	79,1	99,9
Пума	более 25 %	2,28	25,9	18,9	77,1	91,1
	22-20	2,08	17,8	14,1	78,1	92,9
	18-17	2,01	12,5	10,1	79,1	93,9
	16-15	1,97	7,9	3,9	81,0	96,1
	14 и менее	1,96	13,9	8,3	81,0	96,1
НСР ₀₅	-	0,09	-	-	-	-

Для получения высококачественных семян необходимо, чтобы деформация семян при уборке были минимальной. Главная причина потери жизнеспособности и низкой лабораторной всхожести – повреждение зародыша.

В наших исследований наиболее сильно повреждалось семена, убранные при влажности 20 % и выше.

Самая высокая лабораторная всхожесть отмечена у семян, полученных из зерна, которое убирали при влажности менее 17 %. Ранняя уборка (при влажности семян более 20 и выше %) приводила ухудшению посевных качеств семян. Так, у сортов Баргузин, Саяна и Ли́ра энергия их прорастания снизилась по сравнению рекомендованной влажность на 9-5 %, а лабораторная всхожесть – 9,9-3,0 % соответственно.

Влияние влажности при уборке сои на урожайность и посевных качеств семян носит сортоспецифический характер. Уборка изучаемых сортов при влажности семян 20-25 % приводила к снижению урожайности.

Травмирование наиболее сильно подвергается семена при влажности выше 20-25 %. При этом всхожесть получаемых из него семян снижается на 9,9 %.

Лучшими посевными качествами характеризовались семена всех изучаемых сортов, обмолоченных при влажности 16-17 %.

Библиографический список

1. Тевченков, А. А. Адаптивный потенциал сортов сои разных групп спелости в условиях Калужской области / А. А. Тевченков // В мире научных открытий : Материалы IV Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 20–21 мая 2020 года. Том I. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 87-89.

2. Демьяненко, Е. В. Продуктивность ярового рапса и сои в зависимости от применения гуминовых удобрений и агрометеорологических условий / Е. В. Демьяненко, В. В. Карпачев, Е. И. Сеничев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 12-17

3. Zelentsov, S, Moshnenko E., Saenko G. Hypothesis of the formation of bacterial blights on secondary moistened cotyledons of soybean and other leguminous crops // International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science" (AEES 2021), London, Virtual, 27–29 октября 2021 года. Vol. 1010. – London: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012155.

4. Зеленцов С.В., Саенко Г.М., Мошненко Е.В. Анатомические особенности проводящих тканей растений сои, препятствующих проникновению возбудителей семядольного бактериоза в семена // Масличные культуры. – 2021. – № 4(188). – С. 25-34.

5. Трунов, В. В. Факторы и причины снижения посевных качеств семян сои в доуборочный и послеуборочный периоды / В. В. Трунов // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 150-летию со дня рождения Алексея Григорьевича Дояренко : Материалы конференции, Калуга, 18 апреля 2024 года. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2024. – С. 130-133.

УДК 632.951.02:632.768.12(476.7)

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДА АКТАРА, ВДГ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КООПЕРАТИВА «ОЛЬГОВСКОЕ» РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Стрелкова Елена Владимировна к.с.-х.н., доцент кафедры Инженерная экология БНТУ
elena.strelcova2011@mail.ru

Кречко Наталья Александровна старший преподаватель кафедры Инженерная экология БНТУ
elena.strelcova2011@mail.ru

Макаревич Надежда Юрьевна аспирант кафедры Инженерная экология БНТУ
elena.strelcova2011@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос совершенствования элемента технологии возделывания моркови столовой при защите культуры от морковной мухи. Дан анализ поражения фитофагом посевов в фазе 2 – 3 листа и 4 – 5 листьев. Дана оценка хозяйственной эффективности инсектицида Актара, ВДГ различными дозами препарата на моркови столовой в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Беларуси.

Ключевые слова: инсектицид, морковь столовая, хозяйственная эффективность.

Введение. Важная роль в круглогодичном обеспечении населения овощами отводится моркови, которая считается одной из важных овощных культур открытого грунта. В Республике Беларусь морковь занимает второе место после капусты. Использование моркови разнообразно. Ее употребляют в пищу в сыром и вареном видах, консервируют и сушат.

Корнеплоды обладают повышенной сахаристостью и являются хорошим источником необходимых организму минеральных солей, содержащих калий, кальций, железо, фосфор и другие полезные минеральные элементы, что в целом благотворно влияет на секрецию

желудка. Корнеплоды используют в фармацевтической промышленности, а из семян моркови изготавливают даукарин – средство для лечения болезней сердца. Эфирное масло, содержащееся в семенах моркови (в первую очередь, гераниол), используют в парфюмерно-косметической промышленности, и также при производстве ликеров. Морковный сок применяется в качестве питания для детей, а также как целебное средство при малокровии, при заболеваниях печени, почек.

Урожайность колеблется в зависимости от природных условий района возделывания и агротехники. Средняя урожайность корнеплодов достигает 30–50 т/га, а ботвы – 4–7 т/га.

Одним из самых распространенных вредителей на моркови является морковная муха. Практически всегда численность вредителя достигает экономического порога вредоносности. Морковная муха распространена в Беларуси повсеместно.

В ходе исследований РУП «Институт защиты растений» были проведены маршрутные обследования посевов моркови. Вредоносность морковной мухи определяется степенью поврежденных корнеплодов. Данный показатель в разрезе обследований хозяйств колебался от 6 % в Гродненской, до 18 % – в Брестской, до 28 % – в Минской, до 25% - в Витебской и до 23% - в Могилевской областях [5,6,7]. При плотности 3–4 личинки вредителя на один корнеплод масса корнеплодов снижается на 25,6 % [4].

Исследования по определению эффективных средств защиты от фитофага являются актуальными.

Цель исследований – определить хозяйственную эффективность инсектицида Актара,ВДГ в посевах моркови столовой против морковной мухи в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Республики Беларусь.

Материал и методика исследований. Исследования по определению хозяйственной эффективности средств защиты от морковной мухи в период вегетации столовой моркови проводились в условиях ПК «Ольговское» в 2022 и 2023 гг.

ПК «Ольговское» - многопрофильное сельхозпредприятие Витебского района. Центральная усадьба сельхозпредприятия находится в населенном пункте Ольгово. Сельское хозяйство специализируется на молочном животноводстве, развитии растениеводства, овощеводстве. Выращивают элитные семена зерновых, зернобобовых культуры, картофеля, овощи открытого грунта. Климат данной зоны характеризуется мягкой и влажной зимой и относительно прохладным, солнечным летом, что достаточно благоприятно для возделывания моркови столовой. Среднегодовая температура воздуха составляет +4,60С. Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха составляет 260С.

Самым теплым месяцем является июль при среднемесячной температуре 17,8 0С, а самым холодным – январь (–8,2 0С). Сумма активных температур за вегетационный период составляет 2100-2600 0С, для нормального роста и развития ячменя достаточно суммы активных температур 1100-1400 0С [2,5,6]. В центральной части Республики Беларусь среднегодовая сумма осадков составляет 600-800 мм, 225,4 из которых выпадает в период вегетации ячменя, что достаточно для его нормального роста и развития. Можно выделить различные формы рельефа: холмистый, волнисто-холмистый, широковолнистый. Почвы дерново-подзолистые суглинистые на легких пылеватых суглинках, подстилаемых с глубины 50-80 см моренным суглинком, или с глубины около 1 м песком. Агрохимические показатели почвы: рН – 6,5, содержание гумуса – 2,3 %, подвижного фосфора – 250 мг/кг почвы и обменного калия – 350 мг/кг почвы. Пахотные почвы имеют балл 40,1. Они в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым морковью к почвенным условиям.

В борьбе с морковной мухой использовали инсектицид Актара,ВДГ. Инсектицид относится к классу неоникотиноидов.

В производственном кооперативе «Ольговское» под посевы моркови столовой отведено 16 га пахотной земли. Метод постановки эксперимента производственный. Методика проведения исследования общепринятая. Исследования проводились в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки – 1 га. Расположение последовательное. Полевые наблюдения и учет биологической эффективности проведены по

общепринятой методике государственного сортоиспытания [1,2,5,6]. Высевали сорт моркови столовой Наполи. Сорт относится к ранним сортам по срокам созревания. Семена по сортовым качествам элитные. По посевным качествам - семена 1-го класса (всхожесть семян не менее 70%). Семена характеризовались посевными показателями, представленными в таблице 1 [7].

Таблица 1

Характеристика семян моркови столовой, используемых в опыте

Показатель	Соответствующие данные 2022/2023 гг.	
Сорт	Наполи	Наполи
Репродукция	Элита	Элита
Масса 1000 семян, г	1,8	2,1
Количество семян в 1 г, шт.	850	720
Лабораторная всхожесть, %	98,9	98,2
Чистота, %	98,1	98,4
Высеяно всхожих семян, тыс. шт./га	800	805

Предшественником для моркови столовой являлись однолетние травы [1, 4, 7]. Обработка почвы включала традиционную вспашку на глубину 20 см оборотным плугом. Осеннее внесение НРК. Общий агрофон для закладки всех вариантов был следующим: N100P90K120. Весной внесли карбамид в дозе 200 кг/га. Чизелевание с целью заделки влаги. Затем АКШ 7.2 и нарезка двустрочных гребней КЧ 5.1. Перед посевом в борьбе с сорняками использовали гербицид Гезагард 2 л/га. Посев проведен сеялкой пневматической овощной СПО-4 (4-х рядная, 2-х строчная). При двустрочном высеве расстояние между строчками 8 см с указанными шагами между центрами строчек. Посев был проведен 10 мая (2022 г.) и 13 мая (2023 г.). Ширина междурядий – 70 см. Глубина заделки семян – 1,5 см, и на расстоянии 1-1,5 см друг от друга. В борьбе с бурой пятнистостью использовали фунгицид Квадрис,СК 0,8 л/га.

В производственном опыте изучалась обработка посевов моркови столовой от личинки морковной мухи инсектицидом Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) различными дозами при двухкратном применении. Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Опрыскивание растений моркови проводили в фазу 2 – 3 листьев и 4 – 5 листа. Одновременно вносили микроудобрение Текамин Макс. Учет вредных объектов проводили по методике РУП ИЗР. Агротехника полевых работ вегетационного периода общепринятая для региона. Уход за посевами общепринятый в Республике Беларусь [3]. Уборка проводилась вручную в конце сентября месяца 2022 года и в конце октября месяца 2023 года.

Результаты исследований и их обсуждение. Тест-объектом в опыте являлись личинки морковной мухи. Опыт закладывался на участках с однородным субстратом, состоянием растений и применением инсектицида, согласно схемы опыта приведенной в таблице 2.

На культуре моркови в условиях производственного кооператива «Ольговское» наиболее распространенным и вредоносным объектом является: Морковная муха – *Psila rosae*. Муха относится к семейству голотелки – *Psilidae*, отряду двукрылые – *Diptera* [5]. ЭПВ в разные периоды жизненного цикла морковной мухи составляет: в фазе 2...3 настоящих листьев 1 муха на 1 желто-оранжевую клеевую цветоловушку за 7 дней, через три недели после всходов моркови 3...4 яйца на 1 растение, в период роста корнеплодов 1 муха на 1 цветоловушку за 7 дней. /%/ ЭПВ (3-4 яйца на растение) вредителем был достигнут. Необходимость проведения защитных мероприятий очевидна.

Определение биологической эффективности применения инсектицида Актара,ВДГ на моркови столовой. В 2022 году первая обработка проведена 02.06. Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ против морковной мухи в фазу 2-3 листа составила 94,4% при применении препарата в дозе 0,1 кг/га. Следует отметить что применение

препарата в дозе 0,04 кг/га на 14 сутки так же показал высокий процент биологической эффективности – 81,6. В фазе роста моркови 4 -5 настоящих листьев сохранялась влажная и теплая погода, что способствовало дальнейшему развитию вредителя. Вторая обработка проведена 12.06.

Поврежденность растений морковной мухой в 2022 году колебалась от 59,1 до 152,2 шт./на м² в вариантах где растения не обрабатывались инсектицидом. В контрольном варианте число поврежденных растений достигло 152,2 шт./м² что превышало пороговую численность. На 14 сутки после обработки биологическая эффективность инсектицида в дозе 0,1 кг/га достигла 97,7 %.

Морковная муха не развивалась во 2 поколении. Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ в 2023 году в фазу 2 – 3 листа в варианте 0,1 кг/га составила 97,9% на 14 сутки. В фазу 4 – 5 листьев – 98%. Снижение числа поврежденных растений наблюдалось уже 3 сутки после обработки растений инсектицидом. Год так же был засушливым с повышенным фоном летних температур. Поэтому не проводили мероприятий против 2 поколения морковной мухи. Первая обработка проведена 05.06. Вторая обработка проведена 15.06.

Поврежденность корнеплодов морковной мухой в годы исследований колебалась от 52,7 до 62,2 шт./м² до обработки. Проведенные защитные мероприятия в борьбе с фитофагом существенно повысили уровень выхода товарной продукции. Применение инсектицида Актара,ВДГ способствовало повышению урожайности товарной продукции с 358,7 до 409,7 ц/га. В этом случае прибавка составила 51,0 ц/га или 14,2% (таблица 2).

Таблица 2

Урожайность моркови столовой при применении инсектицида Актара, ВДГ против морковной мухи

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка урожая, ц/га
	2022 г.	2023 г.	Среднее за 2 г.	
Контроль	300	320	310	–
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,04 кг/га	420	440	430	120
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,08 кг/га	540	550	545	235
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 1.0 кг/га	880	890	885	575
НСР _{0,5}			4,6	

В контрольном варианте, без защиты растений от морковной мухи составила 310 ц/га в среднем за два года исследований. Прибавка урожая корнеплодов моркови столовой при защите растений инсектицидом Актара,ВДГ в дозе 1,0 кг/га составила 575 ц/га. Разница в урожае между вариантами испытываемого инсектицида была существенной.

Закключение. Повреждение морковной мухой растений моркови столовой в годы исследований превышало ЭПВ и составляло от 52,7 до 62,2 шт./м² до обработки.

Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ в дозе 1,0 кг/га в 2022 году составила в фазу 2 – 3 листьев 94,4%, в фазу 4 – 5 листьев 97,7%. Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ в дозе 1,0 кг/га в 2023 году составила в фазу 2 – 3 листьев 97,7%, в фазу 4 – 5 листьев 98%. Именно эта доза препарата в борьбе с фитофагом показала наибольшую биологическую эффективность.

Наибольшую прибавку к урожаю показал вариант с применением инсектицида Актара,ВДГ в дозе 1,0 кг/га – 885 ц/га. Урожайность товарной продукции в результате мероприятия, направленного на борьбу с морковной мухой, повысилась на 575 ц/га.

Библиографический список

1. Курдеко, А.П. Справочное пособие руководителя сельскохозяйственной организации. В.2. 4.2. / Под ред. проф. А.П. Курдеко.-Минск: ИВИ Минфина, 2012.-480 с.
2. GR-Agro: Атлас вредных объектов / Ташкент, 2018. – 192 с. – URL: <https://gr-agro.uz/atlas-vrednyh-obektov/vrediteli/morkovnaya-muha.htm> (дата обращения 13.05.2025).- Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. - Минск, 2011. – 283 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // Прил. к журналу «Земляробства і ахова раслін». – 2017. - № 6 / ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. Р.А. Плешко [и др.]. Бизнесофсет, 2017. С. 125-143.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве // РУП ««Ин-т защиты растений»; под ред. Л.И. Трепашко. 2009. С. 120-145.
6. Сауткин, Ф.В. Современное распространение в условиях Беларуси инвазивных видов минирующих молей (Lepidoptera: Gracillariidae) – филлофагов-минеров белой акации (Robinia pseudoacacia) / Ф.В. Сауткин, С.И. Евдошенко // Вестник Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 1. – С. 103–104.
7. Сорока С.В. Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: Рекомендации. Мн.: «Белорусская наука» 2006. С.61-85.

УДК 632.952

МОНИТОРИНГ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *CERCOSPORA BETICOLA* К СТРОБИЛУРИНАМ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ

Шеремет Владислав Викторович, аспирант кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, svv-7@bk.ru

Тараканов Рашид Ислямович, доцент кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.tarakanov@rgau-msha.ru

Джалилов Февзи Сеид-Умерович, профессор, заведующий кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dzhalilov@rgau-msha.ru

Аннотация: Важность производства сахарной свёклы для сельского хозяйства России обусловлена её ролью в мировом лидерстве по производству сахара. Однако культура страдает от множества вредителей, включая гриб *Cercospora beticola*, вызывающий церкоспороз, который значительно снижает урожайность и сахаристость корнеплодов. Длительное использование стробилуриновых фунгицидов привело к резистентности, связанной с мутацией G143A. Настоящее исследование направлено на мониторинг в РФ этой резистентности и сравнение методов её выявления, включая биотестирование, ПЦР и нанопоровое секвенирование. Результаты подчеркивают необходимость пересмотра стратегий применения фунгицидов и разработки интегрированных подходов к защите сахарной свеклы.

Ключевые слова: Сахарная свёкла, церкоспороз, *Cercospora beticola*, резистентность, мониторинг, стробилурины, фунгициды, G143A, биотестирование, ПЦР, нанопоровое секвенирование.

Производство сахарной свёклы имеет ключевое значение для сельского хозяйства России, которая входит в число мировых лидеров по производству сахара. Эта культура подвержена множеству болезней, включая грибы, бактерии, вирусы и нематоды, что приводит к заболеваниям корней и листьев [1].

Церкоспороз, вызываемый грибом *Cercospora beticola*, является экономически значимым заболеванием в России. Гриб зимует на растительных остатках и распространяется в теплую влажную погоду. Инфекция проявляется как пятна на листьях, что снижает фотосинтетическую способность и урожайность. Эпифитотии могут снизить урожай на 10–40% и сахаристость до 42%. Основные меры борьбы включают устойчивые сорта, агротехнику и фунгициды [2].

Фунгициды для защиты свёклы от церкоспороза относят к классу стробилурины, триазолы и бензимидазолы. Длительное использование стробилуринов (QoI-механизм действия – ингибиторы переноса хинона на внешнюю мембрану) привело к резистентности, связанной с мутацией G143A [3]. Для мониторинга резистентности применяются биотестирование, ПЦР [4, 5] и секвенирование [6]. Эти методы помогают оценить чувствительность патогена и выявить генетические изменения.

Целью данной работы был мониторинг резистентности *Cercospora beticola* к стробилуринам и сравнение методов мониторинга для повышения эффективности фунгицидов.

Исследование впервые в России изучает резистентность возбудителя церкоспороза сахарной свёклы к фунгицидам, подтверждая результаты молекулярно-генетическими методами. В 2023–2024 году собрана коллекция из 192 изолятов из 6 регионов РФ (44 образца листьев), позволяющая детально изучить резистентность. Выявлено широкое распространение мутации G143A в гене *cytB*, связанной с устойчивостью к стробилуринам, что подтверждено данными биотестов и секвенирования.



Рис. 1. Блок-схема процесса выделения изолятов из образцов листьев

Продемонстрирован подход к созданию коллекции моноспоровых изолятов, который оказался эффективным (рисунок 1). Он позволил успешно выделять изоляты даже из сложных образцов листьев, включая сухие и/или поражённые вторичной инфекцией.

Таблица 1

Сравнение методов мониторинга резистентности *C. beticola*

Образец листьев	Частота встречаемости мутации g143a в образце листьев, % Данные нанопорового секвенирования	Кодовое имя изолята из образца листьев	Значения ЭК50 стробилурина для изолята полученного из образца листьев, мкг/мл

23CBRU001	98,5	CLS01-01	94,903 – резистентный
		CLS01-02	23,986 – сдвиг чувствит.
		CLS01-03	>100 – резистентный
		CLS01-04	>100 – резистентный
		CLS01-05	>100 – резистентный
23CBRU037	12,98	CLS37-01	2,329 – чувствительный
		CLS37-03	0,430 - чувствительный

Метод нанопорового секвенирования показал эффективность в мониторинге резистентности, совпадая с биотестами (таблица 1). Этот метод рекомендован для быстрого скрининга больших количеств образцов, минуя трудоёмкие биотесты. ПЦР в реальном времени с конкурирующими зондами также доказал надёжность в выявлении мутации G143A, как в изолятах, так и напрямую в некрозах.

Результаты демонстрируют, что мутантные формы сохраняются в популяции даже без селективного давления QoI-фунгицидов, что требует пересмотра стратегий их применения. Высокая жизнеспособность мутантов подтверждена данными о частоте встречаемости резистентных форм после нескольких опрыскиваний. Это подчёркивает необходимость регулярного мониторинга резистентности и разработки интегрированных подходов к защите сахарной свеклы, включая ротацию фунгицидов и агротехнические меры борьбы.

Библиографический список

1. Апасов И. В., Путилина Л. Н. Особенности формирования технологических качеств сахарной свёклы в Центрально-Чернозёмном регионе в производственном сезоне 2019 года и их влияние на переработку сырья //Сахар. – 2020. – №. 7. – С. 22-26.
2. Стогниенко О.И., Мелькумова Е.А., Корниенко А.В. Церкоспороз сахарной свеклы и методы снижения его вредоносности. Воронеж: ООО «Антарес», 2016. 160 с.
3. Tedford S. L. et al. Optimizing management of cercospora leaf spot (*Cercospora beticola*) of sugarbeet in the wake of fungicide resistance //Canadian Journal of Plant Pathology. – 2019. – Т. 41. – №. 1. – С. 35-46.
4. Vaghefi N. et al. Genotypic diversity and resistance to azoxystrobin of *Cercospora beticola* on processing table beet in New York //Plant Disease. – 2016. – Т. 100. – №. 7. – С. 1466-1473.
5. Shrestha S. et al. Rapid detection of *Cercospora beticola* in sugar beet and mutations associated with fungicide resistance using LAMP or probe-based qPCR //Plant Disease. – 2020. – Т. 104. – №. 6. – С. 1654-1661.
6. Zulak K. G. et al. Exploiting long read sequencing to detect azole fungicide resistance mutations in *Pyrenophora teres* using unique molecular identifiers //Scientific Reports. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 6285.

СЕКЦИЯ «ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ»

УДК 57.084.1, 57.083.3, 571.27

IMMUNE RESPONSE TO RECOMBINANT CTXB IN MICE: PROSPECTS FOR USE IN CHOLERA PREVENTION AND AS A MUCOSAL ADJUVANT

Jamgochian H. Hamesd, postgraduate (PhD) student of the department of Microbiology and Immunology, RGAU-MSHA named K.A. Timiryazev, hamesdja22@gmail.com

Keywords: CtxB, recombinant protein, immune response, antigen, adjuvant, immunization, systemic immunity, mucosal immunity, vaccine components, cholera toxin, antibodies.

Relevance of the study. The study of the immunogenicity of the recombinant protein CtxB is highly relevant in the context of the development of effective vaccines against cholera. Cholera toxin is a key factor in the pathogenesis of *Vibrio cholerae*, and its β -subunit (CtxB) ensures the interaction of the toxin with intestinal epithelial cells and promotes the penetration of the toxin into the cell. The importance of this protein is due to the fact that it is not only a component of cholera vaccines such as Dukoral, but also has the potential to be used as a mucosal adjuvant that enhances the immune response to concomitant antigens. In this regard, identifying the ability of CtxB to induce systemic and mucosal humoral immunity with various routes of administration is a critical task for expanding the possibilities of cholera vaccination.

Purpose of the study. The purpose of this study was to evaluate the immunogenicity of the recombinant CtxB protein with various routes of administration (subcutaneously and orally) in BALB/c mice. In particular, it was necessary to determine whether CtxB generates a humoral immune response, the presence of antibodies both in the systemic circulation (blood serum) and in mucosal tissues (intestinal lavage), and to find out whether it is possible to activate the immune response without the use of additional immunomodulators or adjuvants.

Materials and methods. BALB/c mice weighing 18–20 g were used, which were immunized at intervals of 30 days (three administrations). In the test group of animals, the recombinant CtxB protein was administered subcutaneously (100 μ g in 200 μ l PBS) or orally (100 μ g in carbonate buffer pH 8.75 through a probe). The control groups were administered only buffer solutions without CtxB. Immunization was carried out to stimulate the formation of a humoral immune response, after which, 4 weeks after the last dose, the animals were sacrificed to collect samples.

Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) methods were used to evaluate antibodies. In particular, blood was collected to obtain serum and intestinal lavage was collected to determine the level of antibodies in mucosal tissues. Samples were incubated with the CtxB antigen, and then special antibody conjugates labeled with HRP and TMB substrate were added to visualize the reaction. The optical density value was measured spectrophotometrically and served as an indicator of the antibody level.

Results. The results of the study showed that CtxB immunization, regardless of the route of administration, resulted in the formation of antibodies in both blood serum and intestinal lavage. Statistical analysis confirmed a significant increase in optical density compared to the control groups ($p \leq 0.001$). The detected antibodies indicate the formation of a systemic and mucosal humoral immune response. The level of antibodies in the blood serum was similar for both routes of administration ($p = 0.889$), while in intestinal lavage, subcutaneous immunization contributed to a more pronounced reaction ($p = 0.0084$).

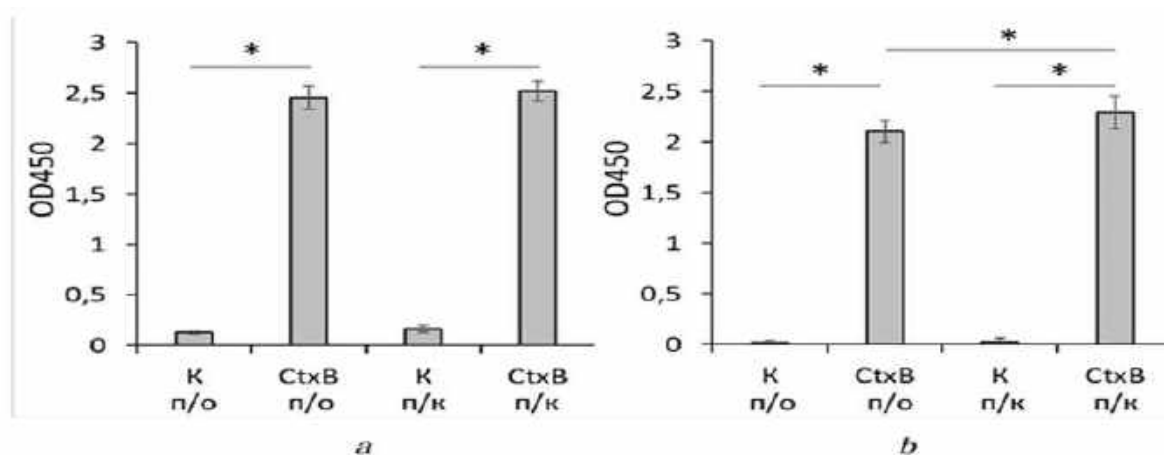


Fig. 1. Results of ELISA for determining the presence of antibodies to CtxB [1]

Figure 1 shows a – in blood serum, sample dilution 1:500; b – in intestinal lavage, sample dilution 1:20. Animals were immunized subcutaneously (s.c.) or orally (p.o.). The results of optical

density measurements at 450 nm (OD₄₅₀) are presented. A buffer solution without antigen was used as a control (C): PBS for subcutaneous immunization and carbonate buffer solution for oral immunization. The data are shown as mean $\pm$ standard deviation (SD). * – statistically significant differences, $p \leq 0.05$ [1].

Based on the obtained data, it can be concluded that the recombinant CtxB protein has high immunostimulating activity with various routes of administration, promoting the development of both systemic and mucosal humoral immunity. There was no need to use adjuvants, which expands the potential for using CtxB as an independent component of vaccines and mucosal adjuvants.

Conclusion. This study confirms the possibility of using recombinant CtxB in vaccinology for the prevention of cholera. Its ability to stimulate a robust humoral immune response when administered via the subcutaneous and oral routes makes it a promising candidate for both monovalent vaccines and platforms with combined antigens. In addition, the results highlight the importance of CtxB acceptance as a mucosal adjuvant, which may contribute to the development of new strategies for the immunoprophylaxis of infectious diseases based on the stimulation of local immunity.

References

1. Jamgochian, H. Immunogenicity of Recombinant CtxB Protein Upon Subcutaneous and Oral Administration / H. Jamgochian, M. S. Kotlyarova, M. S. Shumkov, A. V. Goncharenko // Izvestia Ufimskogo Nauchnogo Tsentra (Proceedings of Ufa Scientific Center). - 2025. - No. 1. - P. 75-79.

УДК 631.471

ЦИФРОВОЕ ПОЧВЕННОЕ КАРТИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ АГРОЛАНДШАФТОВ ПОДГОРЕНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Агеев Кирилл Дмитриевич, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, zailkira@yandex.ru

Научный руководитель: Минаев Николай Викторович, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nminaev@rgau-msha.ru

Аннотация: Разработана цифровая почвенная карта полей хозяйства в Подгоренском районе Воронежской области с использованием стандартного набора морфометрических данных по цифровой модели рельефа ALOS. Полевые данные были представлены набором точек почвенного обследования в количестве 332 разрезов на 6800 га пашни, которые были разделены на 15 групп структур почвенного покрова. Итоговая карта построена на основе метода линейного дискриминантного анализа с общей точностью 42%.

Ключевые слова: цифровая почвенная картография, почвенный покров, дистанционное зондирование, моделирование.

Разработка моделей почвенно-ландшафтных связей на основе цифровой почвенной картографии позволит обеспечить современных землепользователей новым инструментом активного управления и использования земельных ресурсов, а также интегрироваться в цифровизацию земледелия. Обобщая накопленный опыт и учитывая современное состояние технических возможностей, является актуальной модернизация почвенного картографирования на основе моделей ПЛС с учетом специфики различных территорий России и разных масштабных уровней организации почвенного покрова [3, 4].

Целью данной работы было моделирование почвенно-ландшафтных связей на основе методов цифровой почвенной картографии для пахотных угодий сельскохозяйственного

предприятия и создание на ее основе почвенной карты.

Территория исследования расположена на юго-западе Воронежской области в восточной части Подгоренского района. Сельскохозяйственное предприятие находится на правом берегу реки Дон. Расстояние от центральной усадьбы с. Белогорье до районного центра р. п. Подгоренский составляет 30 км, до г. Павловск 23 км, до областного центра г. Воронеж 161 км.

Территория хозяйства характеризуется умеренно-континентальным климатом с прохладной зимой, продолжительным вегетационным периодом, умеренным дефицитом и неустойчивостью атмосферного увлажнения. Среднегодовая сумма осадков составляет 516 мм, но они выпадают неравномерно, колеблясь от 600-700 до 200-250 мм [4].

Землепользование хозяйства расположено в южной части Средне-Русской возвышенности в пределах Калитвинского овражно-балочного района. Почти все землепользование представлено межбалочными водоразделами р. Дон со склонами различной крутизны, и только небольшая восточная его часть расположена в пойме реки.

Согласно природно-сельскохозяйственному и почвенно-географическому районированию хозяйство расположено в подзоне умеренно засушливой степи на обыкновенных черноземах. Почвенный покров хозяйства характеризуется большой неоднородностью. Обыкновенные черноземы представлены большим количеством разностей по степени смывости, гранулометрическому составу, солонцеватости [5].

Для моделирования использовался общий алгоритм цифровой почвенной картографии [6] на основе метода линейного дискриминантного анализа [4].

Для построения факторно-индикационной основы использовался стандартный набор морфометрических данных по цифровой модели рельефа ALOS, что отличается от работы, проведенной ранее, где использовался индекс вегетации [1]. Полевые данные были представлены набором точек почвенного обследования в количестве 332 разрезов на 6800 га пашни, которые были разделены на 15 групп структур почвенного покрова: 1 – автоморфные ЭПС, 2 – автоморфные с участием карбонатных, 3 – литогенные ЭПС, 4 – очень слабоэрозионные ЭПС, 5 – слабоэрозионные ЭПС, 6 – среднеэрозионные ЭПС, 7 – эрозионно-литогенные ЭПС, 8 – полугидроморфно-эрозионные ЭПС, 9 – очень сильноэрозионные, 10 – сильносолонцовые ЭПС, 11 – слабополугидроморфные ЭПС, 12 – среднеполугидроморфные ЭПС, 13 – сильногидроморфные луговые, 14 – полугидроморфные ЭПС депрессий, 15 – пойменные лугово-болотные ЭПС.

Эта группировка в полной мере охватывает агроэкологическое разнообразие почвенного покрова исследуемого участка [2].

На рисунке 1 представлена цифровая почвенная карта, полученная на основе метод дискриминантного анализа. Общая точность прогнозной карты составила 42%, что является относительно невысоким уровнем, но может на приемлемом уровне отражать почвенный покров участка. Индекс согласия каппа составил 0,25, что оценивается как удовлетворительный уровень совпадения [7].

Поскольку почвенный покров участка достаточно сложный и разнообразной качество выделения отдельных групп структур почвенного покрова сильно отличается. Наиболее высокое качество определение получили полугидроморфные ЭПС депрессий и пойменные лугово-болотные ЭПС, а также несколько ниже среднеэрозионные ЭПС, автоморфные ЭПС и эрозионно-литогенные ЭПС. Крайне низкую точность выделения на карте имеют группы литогенные ЭПС, очень слабоэрозионные ЭПС, полугидроморфно-эрозионные ЭПС и сильногидроморфные луговые.

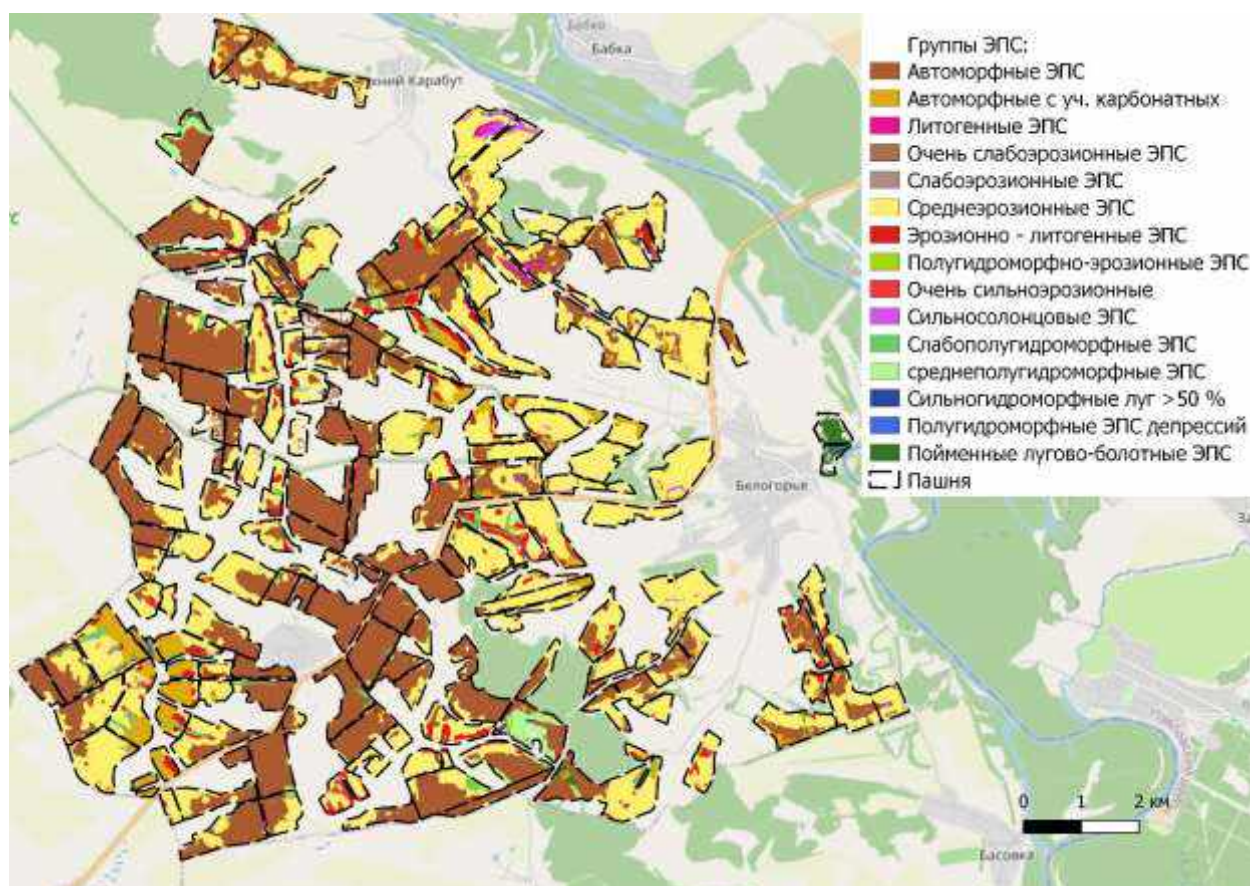


Рис. 1. Цифровая почвенная карта пахотных угодий

Несмотря на ряд недостатков в статистической оценке по некоторым группам итоговая карта не лишена ландшафтной логики. Основное распространение получила группа автоморфных ЭПС, представленных зональными черноземами обыкновенными. Карбонатные черноземы обыкновенные приурочены к нижним частям склона, где близко находятся подстилающие карбонатные породы. Четко свое место получили аллювиальные почвы. По днищам ложбин распространены полугидроморфные лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы.

Полученная карта имеет возможность к улучшению, в том числе и за счет добавления в модель данных дистанционного зондирования.

Библиографический список

1. Агеев, К.Д. Использование вегетационных индексов для корректировки почвенных контуров в условиях пашни Калужской области / К.Д. Агеев, К.С. Бородина, Н.В. Минаев // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 5(65). – DOI 10.51419/202145507. – EDN ICEUUE.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / М. В. Буланова, И. В. Слива, Ю. П. Жуков [и др.]; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное агентство по сельскому хозяйству, Российская академия сельскохозяйственных наук. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2005. – 784 с. – ISBN 5-7367-0525-7. – EDN PJRTTN.
3. Минаев, Н.В. Разработка крупномасштабной цифровой модели автоматизированного почвенно-агроэкологического картографирования на примере представительных ландшафтов Владимирского Ополя / Н. В. Минаев, А.В. Бузылев, Е.Б. Таллер // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 3(33). – С. 24. – EDN YMJGVV.
4. Минаев, Н.В. Цифровая модель почвенно-ландшафтных связей Владимирского

ополья : специальность 03.02.13 "Почвоведение": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Минаев Николай Викторович. – Москва, 2020. – 149 с. – EDN BSXWNY.

5. Чинилин, А.В. Цифровое картографирование черноземных почв на двучленных отложениях (на примере ключевого участка в Воронежской области): специальность 03.02.13 "Почвоведение": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Чинилин Андрей Владимирович. – Москва, 2019. – 158 с. – EDN CAZZYQ.

6. Malone B. Digital soil mapping: Evolution, current state and future directions of the science / Brendan Malone, Dominique Arrouays, Laura Poggio, Budiman Minasny, Alex B McBratney // Encyclopedia of Soils in the Environment (Second Edition), Academic Press. – 2023, – P. 684–695. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00130-0>.

7. Malone, B.P. Using R for Digital Soil Mapping / B.P. Malone, B. Minasny, A.B. McBratney. – Springer, 2017. – 262 p.

УДК 631.445.25

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПАХОТНОЙ ПОЧВЫ И ЕЕ ЗАЛЕЖНОГО АНАЛОГА

Брюнел Анга, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева brunel.anga@bk.ru

Горячев Кирилл Сергеевич, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kgoryachev1221@gmail.com

Аннотация: Сравнительное исследование плодородия темно-серой лесной залежной почвы и ее пахотного аналога позволяет сделать вывод о ее достаточно высоком потенциальном плодородии и целесообразности возвращения в сельскохозяйственный оборот, при условии проведения известкования и внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: темно-серая лесная почва, легкая фракция органического вещества почв, агрегатный состав почв.

Изменение характера землепользования значительно влияет на динамику углерода в почве, поскольку меняются величины поступления и разложения углерода [5,7] и, таким образом, определяет многие показатели плодородия почвы, а также секвестрацию и потери углерода. Каждая почва имеет определенное равновесное содержание углерода в зависимости от свойств почвы, характера растительности, осадков и температуры. В результате изменения землепользования нарушается равновесие между притоком и оттоком углерода в почве до тех пор, пока в новой экосистеме в конечном итоге не будет достигнуто равновесие на новом уровне [2,4]. После преобразования естественной растительности в культурную, почвенный органический углерод может быстро теряться из-за сокращения поступления свежего органического вещества в почву, усиленной минерализации гумуса в результате обработки почвы и усиления эрозионных процессов [1,6]. Напротив, преобразование пахотных земель в земли, занятые многолетней растительностью, ведет к накоплению почвенного органического вещества за счет поступления из новой растительности, с одновременным уменьшением потери органического углерода от минерализации и эрозии, благодаря более медленным скоростям оборота, связанным с естественной растительностью [7].

Несмотря на сотни полевых исследований и большой объем полученных материалов, все еще существуют значительные разногласия относительно направления и величины изменений запасов углерода в почве при изменении землепользования [4].

Объектами исследования в нашей работе послужили две тёмно-серые лесные мощные глубоковскипающие среднесуглинистые почвы на тяжелом покровном суглинке Серебряно-Прудского района Московской области, которые имели различный характер землепользования – почва около 15 лет находящаяся в залежном состоянии под травянистой растительностью и расположенная на соседнем поле аналогичная почва одинакового генезиса, непрерывно находящаяся под пашней в полевом севообороте без применения органических удобрений. По рельефу оба поля представляли собой пологие приводораздельные поверхности с крутизной менее 1°. На данных полях были заложены почвенные разрезы, из которых проведен отбор образцов по горизонтам. Кроме того, дополнительно, проведен отбор образцов из пахотного горизонта (бывшего пахотного горизонта на залежи) на глубину 0-25 см в четырехкратной повторности с площадок размером 10 на 10 м.

В отобранных образцах почв было проведено определение основных показателей плодородия (содержания гумуса, физико-химических, агрохимических, физических свойств почв и их агрегатного состава) общепринятыми методами. Также определяли содержание легкоразлагаемого органического вещества (легкой фракции) [2] и содержание перманганат-окисляемого органического вещества [3]. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программного комплекса STRAZ.

Результаты определения показателей плодородия исследуемых почв представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели плодородия пахотной темно-серой лесной почвы и ее залежного аналога

Почва, горизонт, глубина	рН солевой суспензи и	Гидроли- тическая кислотност ь, м-экв/100 г	P ₂ O ₅	K ₂ О	Плотност ь	Плотность твердой фазы	Общая пористость , %
			мг/кг		г/см ³		
Пашня, Апах 0-25 см	6,1	1,5	182	171	1,32	2,47	46,4
Залежь, бывший Апах, 0-25 см	4,9	3,1	87	115	1,26	2,32	44,7
НСР ₀₅	0,15	0,23	81	61	0,06	0,12	-

Из данных таблицы 1 видно, что за время пребывания в залежи произошло достоверное подкисление почвы – величина рН солевой суспензии снизилась на 1,2 единицы рН, от нейтральной до среднекислой, а величина гидролитической кислотности увеличилась на 1,6 м-экв/100 г. По-видимому, это связано с отсутствием известкования на залежи и, возможно, с менее благоприятным составом естественной растительности. В залежной почве произошло достоверное снижение обеспеченности подвижным фосфором, по сравнению с аналогичной почвой, остававшейся в обработке, а снижение содержания подвижного калия в почве залежи проявилось в виде тенденции (было недостоверным). Это снижение, скорее всего, обусловлено отсутствием внесения удобрений.

Залежная почва характеризовалась снижением плотности и плотности твердой фазы, что объясняется, по-видимому, заметным повышением содержания в ее составе, как общего гумуса, так и его лабильных форм (см. таблицу 2). Улучшение показателей состояния органического вещества способствовало лучшему оструктурированию почвы и улучшению ее физических свойств. Величина общей пористости обеих исследуемых почв характеризовалась уровнем ниже оптимального (55-65%).

В таблице 2 представлены результаты определения показателей состояния органического вещества темно-серой лесной пахотной и аналогичной залежной почвы.

Таблица 2

Показатели состояния органического вещества исследуемых почв

Почва, горизонт, глубина	Содержание гумуса, %	Содержание легкоразлагаемого органического вещества, %	Содержание перманганат-окисляемого органического вещества, мг/кг
Пашня, Апах 0-25 см	2,74	0,22	376,5
Залежь, бывший Апах, 0-25 см	3,52	0,39	472,3
НСР ₀₅	0,57	0,08	124,2

Из данных таблицы 2 видно, что в залежной почве произошло достоверное повышение содержания гумуса и содержания легкоразлагаемого органического вещества (легкой фракции, с плотностью ниже 1,8 г/см³) по сравнению с пахотным аналогом. Повышение содержания перманганат-окисляемого органического вещества в почве залежи проявилось в виде тенденции. Увеличение содержания, как легкой фракции органического вещества, так и общего содержания гумуса в почве под залежью обусловлено, по-видимому, за счет повышенного поступления корневого опада под естественной растительностью залежи, а также вследствие отсутствия отчуждения части продукции с урожаем. Определенную роль в этом повышении сыграло замедление минерализации органического вещества в результате прекращения обработки почвы.

Проведенное сравнение результатов гранулометрического и микроагрегатного анализа по Н.А. Качинскому позволило рассчитать фактор дисперсности по Качинскому и фактор структурности по Фогелеру в исследуемых почвах. Фактор дисперсности для залежной почвы составил 9,2%, а для пахотной почвы 19,6%. Фактор структурности в почве залежи равнялся 90,8%, а в почве пашни 80,3%. Оба эти показателя говорят о заметном повышении водопропускности микроагрегатов залежной почвы по сравнению с пахотной.

Проведенное сравнительное исследование показателей плодородия и состояния органического вещества темно-серой лесной почвы, находившейся в залежном состоянии под естественной травянистой растительностью около 15 лет и аналогичной темно-серой лесной почвы, непрерывно остававшейся под пашней, показало, что под залежью произошло достоверное подкисление почвы, это связано, по-видимому, с отсутствием известкования и менее благоприятным составом естественной растительности. Также в залежной почве отмечено достоверное снижение содержания подвижного фосфора и тенденция к снижению подвижного калия, что может быть обусловлено отсутствием внесения удобрений на залежи и нахождением значительного запаса элементов питания в составе травостоя. В результате нахождения под залежью в почве достоверно возросло как содержание общего гумуса, так и содержание его легкой фракции, повышение содержания перманганат окисляемого органического вещества проявилось в виде тенденции. Улучшение показателей состояния органического вещества в почве залежи объясняется, по-видимому, как повышенным поступлением растительных (в первую очередь корневых) остатков, так и замедлением минерализации гумуса в отсутствие обработки почвы, по сравнению с пахотной почвой. Более благоприятное гумусовое состояние почвы залежи способствовало улучшению ее структурного состояния и физических свойств.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о достаточно высоком потенциальном плодородии и целесообразности возвращения залежной почвы в

сельскохозяйственный оборот, при условии проведения ее известкования и внесения минеральных удобрений.

Библиографический список

1. Борисов Б.А. Поглощение кислорода пахотными и залежными почвами разного генезиса / Б.А. Борисов, Н.Н. Игнатьев, Т.В. Таразанова // Бюллетень ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова.- 2001.- №115. с. 117-118.
2. Борисов Б.А. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом / Б.А. Борисов, О.Е. Ефимов, О.В. Елисеева // Почвоведение. - 2022. - № 7. С. 909-917.
3. Прохоров А.А. Перманганат-окисляемый углерод как маркер качества почв агроландшафтов / А.А. Прохоров, Б.А. Борисов, О.Е. Ефимов // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева.- 2024.- № 121. С. 47-69.
4. Deng L. Global patterns of the effects of land-use changes on soil carbon stocks / L. Deng, G. Zhu, Z. Tang, Z. Shangguan // Global Ecology and Conservation.- 2016.- V.5.- P.127-138
5. Deng L. Soil organic carbon dynamics following natural vegetation restoration: Evidence from stable carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}$) / L. Deng, K. Wang, Z. Tang, Z. Shangguan // Agriculture, Ecosystems & Environment.- V.- 221.- 2016.- P. 235-244
6. Guillaume T. Losses of soil carbon by converting tropical forest to plantations: erosion and decomposition estimated by $\delta^{13}\text{C}$ / T. Guillaume, M. Damris, Y. Kuzyakov // Global Change Biology.- 2015.- V.21.- I.9.- P. 3193-3560
7. Zhang K. Soil carbon dynamics following land-use change varied with temperature and precipitation gradients: evidence from stable isotopes / K. Zhang, H. Dang, Q. Zhang, X. Cheng // Global Change Biology.- 2015, V.21.- I.7.- P.- 2465-2828

УДК 631.46:579.26

СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОМА РИЗОСФЕРЫ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ

*Антонов Алексей Алексеевич, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева antonov4B@yandex.ru*

Аннотация: Проведен анализ структуры ризосферного комплекса трансгенных растений томата и табака с геном синтеза холиноксидазы. У табака дополнительно изучалось воздействие фактора засоления. У томата при общем сходстве структуры наблюдается изменение долевого участия доминантных филумов: у трансгенных растений доля *Proteobacteria* увеличилась с 62 до 64%, а *Bacteroidetes* снизилась с 19 до 17%. Проведенная оценка разнообразия на уровне родов показала, что в ризосфере генномодифицированных растений утрачены бактерии *pp. Pedomicrobium* и *Sphingobium*, сократилась доля *pp. Rhizomicrobium*, *Pseudolabris* и *Sphingomonas*, но выявлены *pp. Chryseolinea*, *Micavibrio*, возросла доля *pp. Deviosia* и *Bauldia*. У табака трансформация ведет к снижению в ризосфере культивируемых, метаболически активных бактерий, перегруппировке доминантных видов, а также изменению их долей в микробном сообществе. Влияние каждой линии трансформантов индивидуально, что скорее всего зависит от места, куда встроился целевой ген. экспрессия гетерологичного гена *cod A* в растениях табака на фоне солевого стресса сопровождается увеличением численности культивируемых бактерий в ризосфере трансформантов всех изучаемых линий вследствие проявления функциональной активности целевого гена.

Ключевые слова: ризосфера, микроорганизмы, трансгенные растения,

Обеспечение растущего населения планеты Земля продовольствием – главная задача аграриев. В качестве приоритетного решения данной проблемы предлагается коммерческое возделывание генетически модифицированных растений. Методы генной инженерии позволяют получать растения с новыми ценными свойствами, такими как высокая урожайность определенным составом плодов, а также устойчивость к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. При этом существуют экологические риски для биосферы, сиюминутно оценить которые невозможно из-за недостаточной изученности проблемы [1]. Генетическая трансформация может влиять на биохимические процессы в растениях, что возможно нарушит функционирование почвенной микробиоты. Существуют экспериментальные доказательства того, что в зависимости от состава корневых экссудатов меняется структура микробного сообщества в ризосфере [2].

Целью данного исследования является структуры и микробного сообщества ризосферы трансгенных растений томата (*Solanum lycopersicum* L.) и табака (*Nicotiana tabacum* L.). Задачами исследования являются изучение численности, разнообразия и таксономической структуры ризосферного комплекса ризосферы указанных культур. У табака – дополнительно изучить структуру микробного сообщества под действием засоления. Объектами исследования служили растения табака (получены на основе сорта Самсун) и томата (селекционная линия ЯЛФ) с геном синтеза холиноксидазы из бактерии *Arthrobacter globiformis*. Растения были получены методом агробактериальной трансформации. После адаптации к условиям *in vivo* растения культивировали при естественном освещении в сосудах с торфяной низинной окультуренной почвой: томат – 6 недель, табак – 10 недель. Половину растений табака поливали дистиллированной водой, часть – 200 мМоль раствором хлорида натрия (11,7 г NaCl на литр). Численность и структуру оценивали методом посева на питательные среды: МПА (мясо-пептонный агар) для выявления культивируемых сапротрофов и ПДС (полная дрожжевая среда) – для выявления грибов. Род *Bacillus* выявляли с помощью среды МС – МПА с квасным суслом 1:1, актиномицеты – на среде КГА (казеин-глицериновый агар) Инкубацию бактерий проводили при 28°C, грибов – при 24°C. Учет проводили на 5 сутки [3, 4]. По прошествии 20 недель вегетации из ризосферы растений томата выделяли тотальную ДНК и проводили ампликонное секвенирование участка 16S рРНК (Illumina, США).

Общая численность бактерий, выявленных на МПА в ризосфере трансгенных растений, существенно не изменилась, но в структуре прокариотного комплекса наблюдались изменения (таблица 1). Выявлено значительное увеличение доли (73%) и видового разнообразия ($H = 2,25$) актинобактерий в ризосфере трансгенных растений томата. В составе ризосферного комплекса трансгенных растений установлено существенное сокращение долевого участия (25%) и видового разнообразия бактерий р. *Pseudomonas*, которые являются типичными обитателями зоны корня томата. Индекс Шеннона ($H = 0,98$) в 2 раза ниже аналогичного показателя в ризосфере контроля ($H = 1,97$). В качестве минорного компонента выявлены бациллы, содержание которых у трансгенных растений в 2,5 раза ниже по сравнению с контролем при сохранении видового разнообразия. Количество микроорганизмов, выявленных на ПДС из ризосферы трансгенных растений, больше, чем у контрольных. Кроме колоний микромицетов, на этой среде были обнаружены колонии дрожжей и актинобактерий. В ризосфере трансгенных растений выявлено существенное сокращение доли (12%) и разнообразия ($H = 2,76$) мицелиальных грибов. У трансгенных растений доминирует р. *Penicillium*. В то же время наблюдается увеличение содержания дрожжей.

Таблица 1

**Численность и состав микробного сообщества ризосферы трансгенных растений
томата**

Показатель	Контрольные растения	Трансгенные растения
Общая численность бактерий на МПА, млн КОЕ/г/индекс Шеннона (H)	22,9±8,60/ 2,81	25,3±8,60/ 3,05
Доля в прокариотном комплексе, %/индекс Шеннона (H):		
актинобактерии	10/0,95	73/2,25
псевдомонады	70/1,97	25/0,98
бациллы	5/0,99	2/0,99
Общая численность микроорганизмов на ПДС, млн КОЕ/г/индекс Шеннона (H)	0,6±0,12/3,71	4,6±0,12/3,32
Доля, %/индекс Шеннона (H):		
микровицеты	81/3,25	12/2,76
дрожжи	9/0,97	15/1,00

По результатам метагеномного анализа почвы, в ризосфере контрольных растений выявлено 948 таксономических операционных единиц (OTU), у генетически модифицированных растений – 1017 OTU. Индекс Шеннона составил 8,62 и 8,77; Чао1 – 1075 и 1122 у контрольных и трансгенных растений соответственно. Полученные показатели говорят о большем богатстве видов в ризосфере трансгенных растений по сравнению с контрольными. Как видно на диаграмме (рисунок 1), таксономическая структура бактериального сообщества ризосферы трансгенных и контрольных растений на уровне филумов довольно схожа.

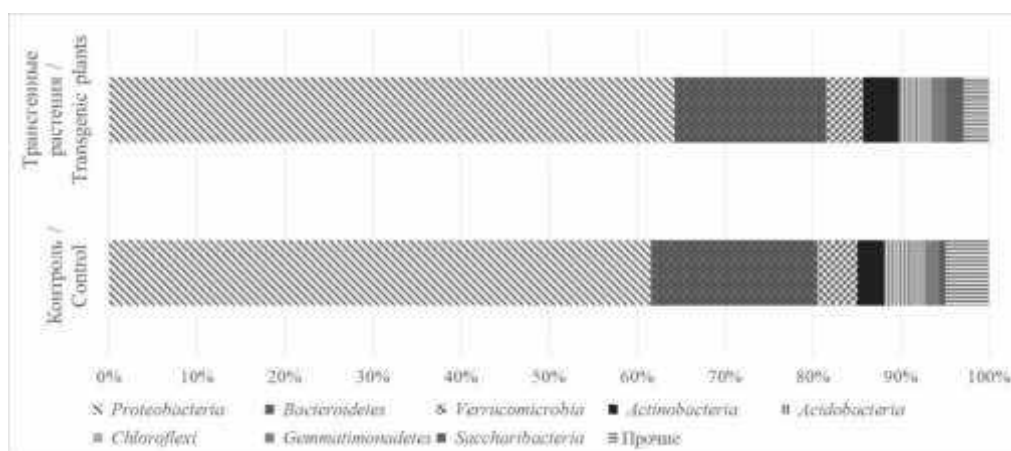


Рис. 1 Структура бактериального сообщества ризосферы трансгенных и контрольных растений на уровне филумов, %

Результаты исследования показали, что при общем сходстве структуры прокариотного сообщества ризосферы наблюдается изменение долевого участия доминантных филумов: у трансгенных растений доля *Proteobacteria* увеличилась с 62 до 64%, а *Bacteroidetes* снизилась с 19 до 17%. В ризосфере генномодифицированных растений выявлены солеустойчивые классы *Holophagae* и *Caldilineae*, исчезающие в ризосфере контроля. При в ризосфере трансгенных растений не обнаружены классы *Chloroflexia* и *Spartobacteria*. Оценка разнообразия на уровне родов показала, что в ризосфере генномодифицированных растений утрачены бактерии pp. *Pedomicrobium* и *Sphingobium*, сократилась доля pp. *Rhizomicrobium*, *Pseudolabris*, *Sphingomonas*, при этом выявлены pp. *Chryseolinea*, *Micavibrio*, возросла доля pp. *Deviosia* и *Bauldia*.

Далее рассмотрим структуру ризосферы трансгенных растений табака. Как видно из данных таблицы 2, в ризосфере трансгенных растений всех линий происходит снижение

численности бацилл по сравнению с контролем. В условиях солевого стресса, когда проявляется функциональная активность встроенного гена, наблюдается увеличение их численности. В контроле их количество достоверно не различается.

Таблица 2

Численность микроорганизмов в прикорневом слое почвы, млн КОЕ/г

Вариант	Споровые (МС)	Неспоровые (МПА)	Актиномицеты (КГА)	Грибы и дрожжи (ПДС)
Контроль	0,25±0,05	2,41±1,25	2,28±0,97	0,06±0,03
Контроль соль	0,37±0,07	2,50±0,56	0,75±0,20	0,16±0,09
Cod A 17	0,15±0,03	2,27±0,95	0,88±0,49	0,15±0,05
Cod A 17 соль	0,32±0,07	2,82±0,83	1,81±0,99	0,15±0,09
Cod A 31	0,10±0,01	1,36±0,01	0,35±0,05	0,11±0,02
Cod A 31 соль	0,20±0,01	2,54±0,37	0,61±0,01	0,17±0,05
Cod A 38	0,11±0,03	1,27±0,02	0,24±0,04	0,06±0,06
Cod A 38 соль	0,21±0,01	1,30±0,28	0,47±0,01	0,23±0,03

В ризосфере трансгенных растений всех линий отмечается тенденция к снижению неспоровых палочек, а в условиях солевого стресса - к увеличению. Численность выявленных на питательной среде актинобактерий в ризосфере трансгенных растений всех линий снизилась. В условиях солевого стресса в контроле наблюдается снижение численности, т.е. соль производит угнетающее действие на актиномицеты, а в ризосфере трансгенных растений всех изучаемых линий – отмечается возрастание численности. Численность грибов в ризосфере трансгенных растений всех линий остается на уровне контроля. Повышенное содержание соли стимулирует рост данной группы только у одной линии (38), в остальных вариантах влияния не отмечено. Существенных изменений в численности грибов не выявлено.

Таким образом, можно сделать вывод, что в прокариотном комплексе ризосферы трансгенных растений происходят изменения. Несмотря на то, что продуцируемое вещество (холиноксидаза) само по себе токсичным для микроорганизмов не является, изменения, привнесенные в метаболизм данных растений, способны оказывать заметные эффекты по крайней мере на соотношение разных групп микроорганизмов. Генетически модифицированные *codA*-растения оказывают влияние на численность и структуру микробного сообщества почвы, что, вероятно, обусловлено изменением химического состава корневых экссудатов. У томата наибольшие изменения наблюдаются в филогенетической структуре класса *Alphaproteobacteria*, представители которого выполняют важные функции в ризосфере. Трансформация растений табака по гену *cod A* приводит к снижению в ризосфере культивируемых, метаболически активных бактерий, перегруппировке доминантных видов, а также изменению их долей в микробном сообществе. Наиболее существенные различия наблюдаются в комплексе актиномицетов, плесневых грибов и дрожжей. Влияние каждой линии трансформантов индивидуально, что скорее всего зависит от места, куда встроен целевой ген. Установлено, что экспрессия гетерологичного гена *cod A* в растениях табака на фоне солевого стресса сопровождается увеличением численности культивируемых бактерий в ризосфере трансформантов всех изучаемых линий вследствие проявления функциональной активности целевого гена.

Библиографический список

1. Кузнецов, В. В. Биологическая безопасность генетически модифицированных организмов (экспертиза продуктов питания на биобезопасность) / В. В. Кузнецов, В. Д. Цыдендамбаев. — М., 2008. — 252 с
2. Li, P. Impact of β -carotene transgenic rice with four synthetic genes on rhizosphere enzyme activities and bacterial communities at different growth stages / P. Li, J. Dong, S. Yang, L. Bai, J. Wang, G. Wu, X. Wu, Q. Yao, X. Tang // European journal of soil biology. — 2014. — Vol. 65. — P. 40–46.
3. Лысак, Л. В. Методы оценки бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий / Л. В. Лысак. — М. : МАКС Пресс, 2003. — 121 с.
4. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Колос, 1993. — 175 с.

УДК 631.81

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Арыкова Александра Михайловна, аспирант, ассистент кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, arykovasasha1998@mail.ru

Завалишин Сергей Иванович, заведующий кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, к. с. – х. н., доцент, serg11zav@mail.ru

Аннотация: Динамика подвижных элементов питания ($N-NO_3$, $N-NH_4$, P_2O_5 , K_2O) в течение вегетационного периода является ключевым фактором, определяющим продуктивность сельскохозяйственных культур. Настоящее исследование оценивает данную взаимосвязь на яровой пшенице сорта «Буран» в условиях применения приемов биологизации земледелия (биопрепарат «БисолбиСан Ж» и бинарные посевы с бобовыми культурами).

Ключевые слова: биологизация земледелия, подвижные элементы питания, азот аммонийный, азот нитратный, подвижный фосфор, обменный калий, яровая пшеница

Переход к биологизации земледелия соответствует приоритетным научно-технологическим направлениям, связанным с созданием высокопродуктивного и экологически чистого агропроизводства. Интенсивные технологии, основанные на чрезмерном использовании минеральных удобрений и химических средств защиты, приводят к деградации почв, снижению их плодородия и нарушению экологического баланса [2].

Биологизация земледелия является ключевым приоритетом для обеспечения экологической устойчивости путем восстановления почвенного плодородия и устойчивости агроэкосистем.

Исследование проводилось на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ. В опыте возделывалась яровая пшеница сорта «Буран» с применением биологического препарата защиты растений «БисолбиСан Ж», а также по интенсивной технологии. Контрольным вариантом был полевой участок с применением комплексной защиты растений и минеральных удобрений, на котором возделывалась яровая пшеница по интенсивной технологии [3]. Также стоит отметить, что исследования по влиянию биологизации земледелия на черноземы уже проводились на территории Косихинского и УстьПристанского районов [1].

Опыт 2024 года включал в себя следующие варианты:

1. Контроль (интенсивная технология) – предпосевная обработка семян «Сценик комби» 1,5 л/т + аммиачная селитра 30 кг/га д.в.;
2. Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан Ж»
3. Обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку;
4. Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан Ж» + бинарный посев (клевер);
5. Обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (клевер);
6. Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан Ж» + бинарный посев (люпин);
7. Обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (люпин);
8. Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т;
9. Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку;
10. Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + бинарный посев (клевер);
11. Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (клевер);
12. Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + бинарный посев (люпин);
13. Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (люпин).

Отбор почвенных образцов проводился в три фазы развития растений: всходы, кущение и полная спелость. Содержание подвижных элементов питания определялось по стандартным методикам (табл. 1).

Урожайность зерна служит одним из наиболее объективных показателей, характеризующих эффективность применяемой системы земледелия. Учет урожайности яровой пшеницы осуществлялся в соответствии с ГОСТом [4].

Согласно содержанию и динамике подвижных элементов питания (таблица 1) в течение вегетации можно сделать вывод о том, что данные демонстрируют выраженную вариабельность в обеспеченности почвы подвижными элементами в зависимости от фазы развития пшеницы и применяемых приемов биологизации земледелия.

В начале вегетации отмечается значительное присутствие следов аммонийного азота. Содержание нитратного азота варьируется в зависимости от вариантов опыта от очень низкой до низкой обеспеченности. Фосфора же, напротив, исходное высокое содержание. В соответствии с почвенно-климатическими условиями, обеспеченность калием была очень высокой на всех вариантах опыта.

В течение вегетации отмечается резкое снижение содержания N-NO₃ к спелости, а также тенденция содержания фосфора к уборке. Значение pH смещалось в нейтрально-щелочную область независимо от варианта.

По калию же присутствуют значительные межвариантные различия в динамике.

Таблица 1

Содержание и динамика подвижных элементов питания, мг/100г

Вариант	Всходы					Кущение					Полная спелость				
	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _в	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _в	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _в

НСР ₀₅	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0,08	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы	0,17	0,23	0,26	0,26	0,48	0,43
0,11	0,83	0,99	0,91	0,87	0,79	1,09	0,70	0,78	0,99	1,43	0,82	0,66	1,24
1,86	37,03	30,98	31,92	23,76	39,22	31,11	36,86	28,15	33,35	25,89	39,81	35,05	37,49
1,95	28,95	23,20	37,60	18,35	26,30	30,45	26,75	26,90	39,80	26,85	28,85	22,70	22,60
0,19	8,10	6,10	6,15	6,00	6,25	6,05	6,50	6,25	6,55	6,15	6,40	6,05	6,05
0,09	0,47	0,49	0,31	0,40	0,55	0,54	0,65	0,40	0,46	0,51	0,85	0,60	0,68
0,10	0,62	0,77	0,67	0,68	0,60	0,69	0,85	0,94	0,98	0,56	0,78	0,64	0,95
2,01	27,54	26,36	25,78	23,81	37,24	26,56	44,31	26,72	29,14	24,75	28,73	35,56	30,87
2,69	20,35	19,35	29,10	41,00	28,40	34,50	31,80	22,95	54,25	21,60	23,75	26,40	22,30
0,15	6,45	6,50	6,30	6,60	6,75	7,15	6,70	6,75	6,95	6,70	6,30	6,60	6,40
0,09	0,37	0,60	0,52	0,90	0,45	0,78	0,57	0,97	0,60	0,66	0,79	1,08	1,02
0,08	0,79	0,48	0,49	0,45	0,54	0,54	0,84	0,57	0,48	0,36	0,48	0,36	0,38
2,40	32,59	32,57	17,82	39,09	30,66	22,93	29,64	36,35	25,69	22,12	29,92	39,71	29,04
2,15	46,40	19,65	21,75	27,70	21,55	19,40	18,60	17,20	20,15	20,30	22,20	21,80	22,50
0,16	6,85	6,80	6,90	6,85	6,80	6,90	6,85	6,80	6,75	6,90	6,75	6,90	6,70

Анализ результатов динамики подвижных элементов питания и урожайности яровой пшеницы показали, что варианты с исходно повышенным содержанием нитратного азота, такие как контроль (1,24 мг/100г) и вариант с предпосевной обработкой семян, двумя обработками по фазам развития яровой пшеницы и бинарным посевом люпина (0,83 мг/100г), демонстрировали тенденцию к более высокой урожайности (2,73 и 1,72 т/га соответственно). Это согласуется с критической потребностью пшеницы в азоте на начальных этапах роста для формирования продуктивного стеблестоя.

Высокое остаточное содержание аммонийного азота в фазу полной спелости наблюдалось у вариантов с низкой урожайностью (2 – 1,08 мг/100г при урожайности 1,18 т/га; 6 – 0,97 мг/100г при урожайности 1,57 т/га). Это свидетельствует о недостаточном усвоении азота растениями или его неэффективной трансформации в этих вариантах. Оптимальным был уровень N-NH₄ в спелости 0,45-0,60 мг/100г (варианты 5, 9, 13), характерный для вариантов с лучшим использованием азота.

Таблица 2

Урожайность зерна яровой пшеницы 2024 год

№	Варианты	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г
1	Контроль (интенсивная технология)	2,73	33,06
2	Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан Ж»	1,18	29,41
3	Обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку	1,15	30,53
4	Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан Ж» + бинарный посев (клевер)	1,30	32,61
5	Обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (клевер)	1,26	30,46
6	Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан Ж» + бинарный посев (люпин)	1,57	32,74
7	Обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (люпин)	1,36	30,35
8	Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т	1,55	29,13
9	Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку;	1,37	30,35
10	Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + бинарный посев (клевер)	1,16	32,22
11	Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (клевер)	1,25	33,66
12	Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + бинарный посев (люпин)	1,30	28,60
13	Предпосевная обработка семян «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку + бинарный посев (люпин)	1,72	32,78
	НСР ₀₅	0,23	0,54

Достаточное и стабильное обеспечение подвижным фосфором на протяжении всей вегетации на вариантах 1 и 13 коррелировало с более высокой урожайностью (2,73 и 1,72 т/га) и стабильной массой 1000 зерен (33,06 и 32,78 г). Фосфор обеспечивал энергетический обмен и развитие корневой системы, что особенно важно в условиях биологизации.

Варианты с бинарным посевом клевера практически на всех вариантах показали снижение P_2O_5 к фазе спелости, что в дальнейшем совпадало с их низкой урожайностью, возможно, из-за конкуренции за фосфор.

Варианты с максимальной массой зерна имели и максимальный уровень K_2O в этот период. На контрольном варианте K_2O 22,50 мг/100г, Масса 1000 зерен была равна 33,06 г. Обеспеченность 13-го варианта к концу вегетации была 46,40 мг/100г, масса 1000 зерен 32,78 г. Высокий калий в конце вегетации (особенно вариант 13) указывает на его активную роль в процессе налива зерна. Даже 6 вариант с умеренным конечным содержанием K_2O (17,20 мг/100г) показал хорошую массу зерна, вероятно, за счет более эффективного перераспределения.

В ходе исследований установлено, что комплексное применение биопрепарата "БисолбиСан Ж" в сочетании с бинарным посевом люпина (вариант 13) обеспечило

достоверно более высокую урожайность яровой пшеницы сорта "Буран" – 1,72 т/га, что существенно превышает результат варианта без удобрений и препарата (1,18 т/га) и является максимальным среди всех биологических вариантов опыта, при одновременном формировании высокого качества зерна.

Библиографический список

1. Арыкова, А. М. Влияние биологизации земледелия на Содержание подвижных элементов питания в черноземах / А. М. Арыкова // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1. – С. 9-13. – EDN JDPJFF.
2. Арыкова, А. М. Роль биологизации земледелия в динамике подвижных элементов питания в условиях Алтайского края при возделывании яровой пшеницы / А. М. Арыкова, С. И. Завалишин // Аграрная наука - сельскому хозяйству : сборник материалов XX Международной (заочной) научно-практической конференции: в 2 кн., Барнаул, 06 февраля 2025 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2025. – С. 163-165. – EDN RJMWNJ.
3. Арыкова А. М., Завьялова Ю. С., Стрючкова А. Е., Трунилова В. С. Влияние приемов биологизации земледелия на урожайность яровой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1. – С. 15-19. – EDN BILUDR.
4. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

УДК 631.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Ахмад Разан, аспирант, кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» E-mail: razanahmad166@gmail.com

***Аннотация:** В данной работе анализируются методы выявления дефицита питательных элементов у растений, основанные на принципах обратной связи и фотосинтетических показателях. Дополнительно исследуется процесс поглощения растениями питательных элементов из почвенной суспензии и питательного раствора, рассматриваемый как индикатор плодородия почвы.*

***Ключевые слова:** фотосинтез, элементы, почвенная суспензия, питательный раствор.*

Оценка состояния почвы является критически важным направлением в сельском хозяйстве, так как позволяет определить совокупность её физико-химических и биологических характеристик, которые существенно влияют на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур. Будучи ключевым компонентом агроэкосистем, почва играет решающую роль в обеспечении стабильного агропроизводства [2].

Как правило, растения поглощают питательные вещества из почвенного раствора и / или путем внекорневой подкормки для роста, развития и других процессов, протекающих у растений. Биодоступность этих питательных веществ в почве полностью контролируется многими факторами, включая характеристики почвы, а также изменения окружающей среды и климата. Некоторые элементы могут попадать в агроэкосистемы через различные почвенные процессы и различные виды деятельности человека, такие как внесение удобрений [3].

Для более точного прогнозирования и управления процессами питания растений важно использовать модели, построенные на принципах обратной связи. Эти модели позволяют учитывать как изменения сорбционных свойств почвы, вызванные деятельностью корней, так и влияние изменений в химическом составе почвы на активность корневой системы. Такой подход открывает новые возможности для более точной диагностики и оптимизации агрономических методов, что способствует повышению урожайности и устойчивости растений в условиях изменяющихся экологических факторов [1].

Применение принципов обратной связи представляет собой перспективный метод, направленный на повышение точности оценки состояния почвенного покрова и их способности обеспечивать растения необходимыми макро- и микроэлементами. В данном контексте обратная связь подразумевает систематический сбор и анализ данных о параметрах почвы, физиологическом состоянии растений и факторов окружающей среды с целью оптимизации агрономических мероприятий. Такой подход включает количественное определение содержания питательных веществ, выявление их дефицитов, а также разработку научно обоснованных рекомендаций по корректировке дозирования удобрений и проведению дополнительных агротехнических мероприятий для обеспечения устойчивого плодородия почв и максимизации урожайности.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования выбраны лесная почва и почва дачного участка с дерново подзолистыми почвами разной степени окультуренности, оглеенности, а также дерново-глеевой почвой. Участок расположен в Нарофоминском районе Московской области.

Методика исследования включала оценку взаимосвязей между свойствами почвы, определение сорбционных характеристик корневых систем растений, анализ активности фотосинтеза и выявление дефицита элементов питания на основе параметров фотосинтетической активности. Также проводилась оценка способности корней поглощать биофильные элементы из питательных растворов и почвенных суспензий.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования свидетельствуют о том, что электрофоретическое введение элементов в листья и анализ фотосинтетического ответа растений являются эффективным методом обратной связи.

Таблица 1

Влияние введения Mg, Ca и Zn на интенсивность фотосинтеза в листьях пшеницы

Вариант	Фотосинтез, моль/м ² сек
Контроль	10,7±0,1
+ Магний	11,2±0,3
Контроль	12,3±0,2
+ Кальций	14,1±0,4
Контроль	13,5±0,3
+ Цинк	14,9±0,8

Как показывают полученные данные, введение Mg, Ca и Zn в листья пшеницы с помощью электрофореза повышает интенсивность фотосинтеза, что свидетельствует о недостатке этих элементов для растений.

Таблица 2

Воздействие гидроксида кальция на фотосинтез растений

Вариант	Содержание CO ₂ , ppm	Интенсивность фотосинтеза, моль/м ² сек
Контроль	290,8±9,3	0,7±0,2
+ Ca(OH) ₂	247,3±7,9	1,8±0,1

Согласно представленным данным, внесение дефицитных для растений элементов питания приводит к повышению интенсивности фотосинтеза.

В ходе исследований было установлено, что потребность растений в питательных веществах носит фазозависимый характер — в различные стадии онтогенеза интенсивность усвоения отдельных элементов существенно варьирует. Это обусловлено изменениями физиологических процессов, характерных для той или иной фазы развития, включая фотосинтетическую активность, метаболизм и темпы роста. Полученные результаты показали, что в период с 6 по 11 неделю роста пшеницы потребность в азоте составила 109% от оптимального уровня, в Р — 103%, в К — 90%, в Са — 89%, в Mg — 85%. Через 13–14 недель потребности растений в питательных элементах в процентах от оптимального уровня были следующими: N — 107%, Р — 89%, К — 105%, Са — 102%, Mg — 109%.

Заключение. Для каждой культуры важно найти оптимальный баланс между способностью почвы удерживать воду и её сорбционными характеристиками. Применение агрохимических методов позволяет точно регулировать содержание микро- и макроэлементов, что способствует эффективному усвоению питательных веществ растениями. Использование математических и компьютерных моделей для анализа сорбционных свойств почвы и корней помогает более точно прогнозировать потребности растений в питательных веществах, а также разрабатывать рекомендации по улучшению структуры почвы и повышению её плодородия.

Использование механизмов обратной связи обеспечивает гибкий, адаптивный подход к управлению питанием растений за счёт постоянного контроля состояния почвы и соответствующей корректировки агротехнических действий, поддерживая оптимальные условия для развития сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Вершинин А.П., Михайлов В.В. Моделирование процессов сорбции и обмена веществ в почвах с использованием принципов обратной связи // Экология почв. - 2020. - №7. - С. 101-114.
2. Luo W, Sardans J, Dijkstra FA, Peñuelas J, Lü XT, Wu H, Li MH, Bai E, Wang Z, Han X, Jiang Y Thresholds in decoupled soil-plant elements under changing climatic conditions // Plant Soil. - 2016. - №409. - С. 159-173.
3. Meier S, Curaqueo G, Khan N, Bolan N, Cea M, Eugenia GM, Cornejo P, Ok YS, Borie F Chicken-manure-derived biochar reduced bioavailability of copper in a contaminated soil // Soils Sediments. - 2017. - №17. - С. 741-750.

УДК 631.816.11

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ДЕЙСТВИЯ АЗОТНО-ЦИНКОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ

Ахметжанов Даниэль Мухаррямович, аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии *ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*, dany.almazov@mail.ru

Серегина Инга Ивановна, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии *ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*, seregina.i@inbox.ru

Аннотация: в вегетационном опыте изучалось действие азотно-цинковых удобрений на урожайность яровой пшеницы. Полученные результаты характеризуют применяемые удобрения как высокоэффективные. Доказано усиленное действие совместного применения азотных удобрений с цинковыми.

Ключевые слова: яровая пшеница, азотно-цинковые удобрения, урожайность.

Одной из ключевых задач современного сельского хозяйства является получение как можно более высоких урожаев зерновых культур, без потери в качестве. Лидирующее место среди зерновых занимает яровая пшеница. Эта культура является востребованной среди всего населения, так как мука из зерна яровой пшеницы обладает отличными хлебопекарными свойствами, высоким содержанием белка и крахмала [1].

Среди наиболее ярко выраженных ограничивающих факторов в Нечерноземной зоне стоит выделить агроэкологические факторы, агроклиматические условия и применение минеральных удобрений. Различные стрессы, вызванные засухой, затоплением или загрязнением почвы тяжёлыми металлами может серьёзно ограничивать рост и развитие растений. Это в свою очередь приводит к потере их продуктивности и в конечном итоге снижает урожайность [2].

Исследования современных специалистов в области агрохимической науки показывают, что интенсификация азотного питания способствует увеличению урожайности яровой пшеницы и сохранению почвенного плодородия. Азот является наиболее важным макроэлементом в питании растений зерновых культур, поэтому правильное применение азотных удобрений решает важные задачи сельскохозяйственного производства.

Кроме того, важную роль в получении высоких урожаев играют микроэлементы. Цинк является наиболее важным из них [3].

Цинк следует относить к элементам, которые слабо подвержены повторному использованию в растении. На сегодняшний день известно о внутриклеточном распределении этого элемента. Цинковое голодание не влияет на его распределение между клеточным соком, структурными компонентами и плазмой. Поэтому считается, что существует равновесие между цинком, который находится в ионной форме и физиологически необходимыми высокомолекулярными соединениями [4].

В результате было получено увеличение урожайности зерна яровой пшеницы. Следует отметить, что варианты с применением азотно-цинковых удобрений являлись наиболее эффективными в сравнении с вариантами с применением только азотных удобрений.

Библиографический список

1. Носов В. В. Организационно-экономический механизм устойчивого развития сельскохозяйственного производства (теория и практика) // Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. – 2005.
2. Ахметжанов, Д. М. Новые подходы в регулировании продукционного процесса яровой пшеницы при выращивании в условиях воздействия экологических факторов / Д. М. Ахметжанов, И. И. Серегина // Наука, технологии, общество: экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий : сборник научных трудов III Всероссийской научной конференции с международным участием, Красноярск, 16–18 ноября 2022 года. – Красноярск: Общественное учреждение "Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений", 2022. – С. 217-223. – DOI 10.47813/nto.3.2022.6.217-223. – EDN TXRNES.
3. Effect of different zinc concentrations on the growth functions of spring wheat seedlings / I. Seregina, D. Akhmetzhanov, V. Trukhachev [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference "VAVILOV READINGS-2023" (VVRD 2023). Volume 67 (2023), Saratov, 25–26 мая 2023 года. Vol. 67. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. – P. 02026. – DOI 10.1051/bioconf/20236702026. – EDN TSVGKV.
4. Косолапов В. М. и др. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: моно. – 2019.

УДК 631.4

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ И ПОЧВЕННО-ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОГЕННОГО НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ

Бодякина Мария Андреевна, аспирант 3-го года кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, grpancake@gmail.com

Козлов Андрей Владимирович, д.б.н., доцент, заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: a.kozlov @rgau-msha.ru)

Аннотация: В работе представлены результаты исследований общей токсичности почвенно-техногенных грунтов, отобранных в местах антропогенной нагрузки – несанкционированных мест размещения отходов.

Ключевые слова: токсичность, состояние почвообитающих микроорганизмов, несанкционированные свалки отходов, токсичность, кресс-салат.

Антропогенная деятельность ведёт к уменьшению площади природных земель и ухудшению их качества. Одной из наиболее распространённых экологических проблем, связанных с жизнедеятельностью человека, является возникновение несанкционированных свалок.

Незаконное размещение производственных и коммунальных (бытовых) отходов оказывает отрицательное влияние на почвенный покров. Почвы характеризуются низкой подвижностью, слабой способностью к самоочищению и высокой адсорбционной способностью, что приводит к аккумулярованию экотоксикантов.

Для определения способа восстановления нарушенных земель необходимо провести эколого-химическую оценку почв и почво-грунтов. Одним из основных методов для выявления нагрузки на почвы является оценка её токсичности [4]. Исследование токсичности почв и техногенных грунтов может определить стратегию восстановительных работ, где участки с критической нагрузкой требуют полной замены грунта, тогда как умеренно загрязнённые зоны могут быть реабилитированы методами фиторемедиации или биостимуляции [6].

Для быстрого получения информации об интегральной и общей токсичности почв и почвогрунтов используется биотестирование. Тест-объекты для биотестирования, как правило, избирают между более чувствительными к загрязняющим компонентам [2].

Кресс-салат, благодаря короткому жизненному циклу и высокой чувствительности к широкому спектру загрязнителей, служит идеальным биоиндикатором для. Ключевым преимуществом метода является его способность выявлять интегральную токсичность, учитывающую не только известные загрязнители, но и эффекты их взаимодействия [5]. Данный метод определения токсичности почв и почво-грунтов позволяет не только определить степень деградации почвы, но и выявить зоны с латентной токсичностью, где химический анализ не показывает превышения нормативов.

Цель работы: оценка загрязнения почв и почво-грунтов на объектах размещения отходов методом биотестирования с помощью кресс-салата (*Lepidium sativum* L.).

Объектом исследования является несанкционированная свалка отходов на территории Шуваловской промышленной зоны в г. Нижнем Новгороде.

Точечные пробы отбирались на 5 пробных площадках Шуваловской свалки в двух профильных разрезах (0-20 (А) и 20-100 см(В)) методом конверта с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Пробы почвенно-техногенной смеси отбирались непосредственно на территории, подвергающейся длительному негативному воздействию. По результатам отбора составилось 5 объединенных проб.

Опыт закладывался в лаборатории при кафедре микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева на пробоподготовку (высушивание и просеивание) для дальнейших эколого-химических и микробиологических исследования.

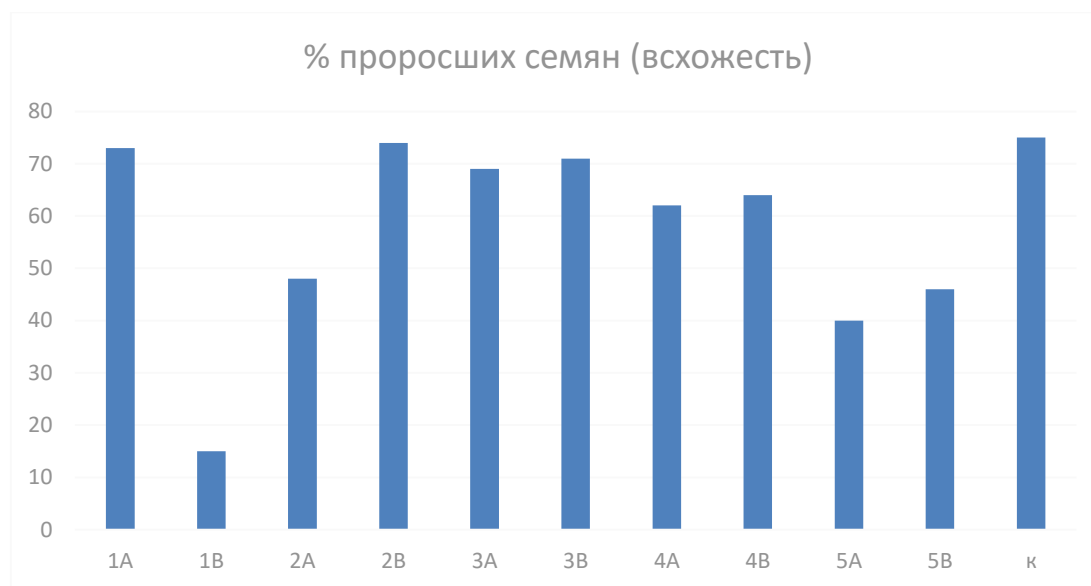


Рис. 2 Вариабельность всхожести семян относительно точек и глубины отбора проб грунтов

По результатам исследования почвы и почвенно-техногенные смеси на территории Шуваловской промышленной зоны в г. Нижнем Новгороде представляют собой участки с умеренной и слабой нагрузкой. Полученные данные могут позволить при разработке проекта рекультивации на данных участках ориентироваться на использование методов фиторемедиации или биостимуляции. Также выявлен участок с критической нагрузкой, требующий тщательного изучения при выборе метода рекультивации объекта исследования (рис. 2).

При определении схожести семян установлены следующие закономерности. В основном повышение всхожести проб наблюдается в профильном разрезе от 20 до 100 см. Вариабельность всхожести семян на почвенно-техногенных грунтах всех участках объекта ниже всхожести контрольной пробы, что может говорить о нарушении устойчивости экосистемы в результате длительного воздействия отходов производства и потребления.

Таким образом биоиндикация с использованием кресс-салата предоставляет уникальный инструмент для экосистемно-ориентированного управления почвенными ресурсами. Метод сочетает высокую чувствительность, скорость и экономичность, что делает его незаменимым при оценке антропогенной нагрузки в условиях ограниченных ресурсов. С помощью данного метода исследования выявлены участки на территории Шуваловской промышленной зоны в г. Нижнем Новгороде, подверженные сильной нагрузке и требующие полной замены почвы и техногенных грунтов в процессе проведения рекультивации объекта.

Библиографический список

1. Козлов А.В. Методы почвенной микробиологии и энзимологии в экосистемных исследованиях: учебно-методическое пособие для вузов. – Москва: Плодородие, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-6046665-0-0.
2. Мосягина С.Н. Анализ тест-способности кресс-салата при оценке степени загрязнённости почвы, воды и снега / Мосягина С.Н., Уливанова Г.В. – текст: электронный // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического

университета имени П.А. Костычева. 2016 № 1 (2). С. 44-49
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=ydfkon> (дата обращения: 23.05.2025).

3. Немеров А.М. Изменение токсичности почвогрунтов в условиях антропогенной нагрузки / Немеров А.М., Шепелев И.И., Еськова Е.Н., Потапова С.О., Кирюшин Е.В., Орлегова Н.В. – текст: электронный // Проблемы региональной экологии. 2020. №3. С. 10-13.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-toksichnosti-pochvogruntov-v-usloviyah-antropogennoy-nagruzki> (дата обращения: 20.05.2025).

4. Носова М.В. Опыт проведения локальных рекультивационных мероприятий по восстановлению техногенно-засоленных почв/ Носова М.В., Середина В.П., Стовбунник С.А – текст: электронный // Принципы экологии. 2024. № 3. С. 61–71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-provedeniya-lokalnyh-rekultivatsionnyh-meropriyatiy-po-vozstanovleniyu-tehnogenno-zasolennyh-pochv> (дата обращения: 21.05.2025).

5. Семерня М.М. Использование методов биоиндикации в оценке состояния почв // сборник материалов XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» – текст: электронный – Москва, 2020. URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018022812> (дата обращения: 26.05.2025).

6. Терехова В.А. Биотестирование экотоксичности почв при химическом загрязнении: современные подходы к интеграции для оценки экологического состояния (обзор). – текст: электронный // Почвоведение. - 2022, № 5, С. 586-599. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/446696113/?ysclid=mb8zr6jlsr309388315> (дата обращения: 21.05.2025).

УДК 631.417

ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ ОТНОШЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА К СОДЕРЖАНИЮ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ

Бородина Кира Сергеевна, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, k.bor@rgau-msha.ru

Минаев Николай Викторович, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nminaev@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе проведены исследования, направленных на изучения применимости индексного подхода к оценке структурного состояния чернозема выщелоченного лесостепной зоны в условиях разного характера использования. Выбрано 4 участка с разными вариантами землепользования. В качестве индикатора использовался индекс отношения содержания органического углерода и глинистых частиц размером менее 0,02 мм. Было определено, что индекс пахотного горизонта чернозема выщелоченного по всем вариантам землепользования находится в пределах 0,154-0,188. Индекс для черноземных почв не оказался чувствительным к вариантам землепользования и лучше подходит к менее гумусированным почвам.

Ключевые слова: органическое вещество почв, органический углерод почв, секвестрация углерода, залежь.

Для оценки, управления и мониторинга почвы необходимы меры по соответствующим уровням органического вещества почвы [1], основанные на легко измеримых свойствах почвы. Поддержание и, по возможности, повышение уровня органического вещества почвы, как правило, является хорошей мерой для большинства функций, ожидаемых от почв, включая секвестрацию углерода, а повышенные уровни

улучшают структуру почвы. Однако, поскольку органическое вещество почвы изменяется в зависимости от землепользования, типа почвы, местоположения и других условий, индекс для измерения уровня органического вещества почвы при данных условиях должен учитывать эти изменения. В зарубежной литературе встречается метод оценки уровня органического вещества почвы на основе индексного подхода по соотношению содержания органического углерода и глинистых частиц размером менее 0,002 мм [6, 7]. Такой подход является интересным инструментом для оценки уровня органического вещества, структурного состояния и секвестрационного потенциала почв без привязки к конкретному таксону и включение его в мониторинговый показатель и базы данных агроэкологических параметров почв [4].

Целью данной работы было апробировать метод оценки структурного состояния чернозема выщелоченного на основе индексного подхода по соотношению углерода и глинистых частиц.

Объектом исследования является чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый агроландшафтов лесостепной зоны, расположенные на пахотных угодьях Тульского НИИСХ Филиала ФИЦ «Немчиновка», который находится в Плавском районе Тульской области вблизи п. Молочные Дворы.

Предварительно были проведены оценочные исследования [2]. Для отбора образцов были выбраны 4 участка с разным характером использования: пашня – участок с возделыванием яровых зерновых в течение 3 лет; залежь – участок, находившийся в залежном состоянии более 15 лет и введенный в оборот в 2022 году, после чего на нем возделывали яровые зерновые; многолетние травы – участок с посевом многолетних трав в 2022 и 2023 годах, которые в 2024 году были замещены озимой пшеницей и целина – участок с разнотравной растительностью, который не подвергался распашке. Почва на всех участках представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистым среднегумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке [3]. На каждом участке на площадках размером 10x10 м были заложены разрезы и отобраны образцы из верхнего пахотного горизонта и подпахотного горизонта на глубину 0-20 и 20-40 см соответственно. Отбор образцов почв на этих площадках проводили в 2022, 2023 и 2024 гг. в мае.

Определение органического углерода гумуса проводилось по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. В дополнение проводилось контрольное определение органического углерода в образцах почвы на анализаторе Elementar vario MICRO cube CHNS.

Гранулометрический состав определялся методом пипетки. Для перехода к фракции 0,02 мм использовалась функция связи содержания частиц по Шеину [5].

Анализ полученных данных по пахотному горизонту чернозема выщелоченного (таблица 1) показывает, что во всех исследуемых участках индекс SOC/CLAY находится в пределах 0,154–0,188, что соответствует очень хорошему структурному состоянию почвы. Наиболее высокие значения наблюдаются на участках с многолетними травами (до 0,188) и обработанной залежи (до 0,187), что подтверждает положительное влияние устойчивого растительного покрова и отказа от интенсивной обработки на качество почвенной структуры.

Пашня демонстрирует более низкие значения индекса (0,154–0,166), что, несмотря на сохранение хорошего уровня структурности, указывает на потенциальную угрозу деградации почвы при отсутствии мероприятий по органическому обогащению и агротехнической защите.

Целина характеризуется стабильным уровнем SOC/CLAY в диапазоне 0,177–0,180, что отражает естественное равновесие между органическим веществом и глинистой фракцией.

Таблица 1

**SOC/CLAY индекс для пахотного горизонта ($A_{\text{пах}}$ 0-20 см, для целины A5-20 см)
чернозема выщелоченного по вариантам землепользования на исследуемых участках
за 2022-2024 гг.**

Вариант	Содержание углерода, %	Размер фракций (мм) и их содержание (в % от массы сухой почвы)			SOC/CLAY
		< 0,005	< 0,001	< 0,002	
Пашня 2022 г.	3,48	30,8	16,8	21,0	0,166
Пашня 2023 г.	3,52	32,8	18,6	22,8	0,154
Пашня 2024 г.	3,54	31,8	17,7	21,9	0,162
Мн. травы 2022 г.	4,13	31,7	18,0	22,0	0,188
Мн. травы 2023 г.	4,05	32,4	17,9	22,3	0,182
Мн. травы 2024 г.	3,50	32,0	17,9	22,1	0,158
Распаханная залежь (1 год)	4,31	32,0	19,6	23,0	0,187
Распаханная залежь (2 год)	4,13	31,3	18,6	22,2	0,186
Распаханная залежь (3 год)	4,05	31,8	18,7	22,4	0,181
Целина 2022 г.	3,87	31,4	17,5	21,6	0,179
Целина 2023 г.	3,85	30,8	18,2	21,7	0,177
Целина 2024 г.	3,88	30,8	17,8	21,5	0,180

Анализируя полученный результат по верхней части гумусового горизонта, можно сделать некоторые общие выводы. Основываясь на оценке почв по SOC/CLAY индексу в законе о мониторинге углерода в почве, принятого Европейской комиссией, в черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом в плакорных агроэкологических условиях Плавского района Тульской области структурное состояние оценивается как очень хорошее. Однако такое высокое соотношение почвенного органического углерода и глинистых частиц, говорит о высокой заполненности матрицы и, соответственно, о низком потенциале секвестрации углерода. Следует отметить, что в предложенной оценке, описанной Проут с соавторами [7], наблюдается закономерная связь характера землепользования и показателя SOC/CLAY. Так пахотные угодья как правило характеризуются плохим структурным состоянием при SOC/CLAY менее 0,077, а почвы на целинных и залежных участках характеризуются очень хорошим структурным состоянием при SOC/CLAY более 0,125. Таким образом в условиях Плавского района Тульской области, по этой оценке, нельзя однозначно охарактеризовать тип землепользования, поскольку в исследованиях пахотные угодья при использовании многолетних трав в севообороте имеют SOC/CLAY идентичный целинным участкам.

Библиографический список

1. Агробиотехнологии XXI века: коллективная монография / Коллектив авторов / Под ред. д.с-х.н., профессора С.Л. Белопухова / ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – М.: ООО «Мегаполис», 2022. – 516 с.
2. Бородина, К.С. Предварительная оценка содержания гумуса и структурного состояния почв лесостепной зоны в условиях залежи / К.С. Бородина, Н.В. Минаев // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 1. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 342-345.

3. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://egrpr.esoil.ru/content/adm/adm71.html> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 30.05.2022).

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021622570 Российская Федерация. Агроэкологические характеристики модельных полей Пензенской области : № 2021622489 : заявл. 11.11.2021 : опубл. 19.11.2021 / А. В. Бузылев, М. В. Тихонова, И. И. Васенев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

5. Шеин, Е.В. Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций / Е.В. Шеин // Почвоведение. – 2009. – № 3. – С. 309-317.

6. Prout, J.M. et al. Changes in organic carbon to clay ratios in different soils and land uses in England and Wales over time / J. M Prout, K. D Shepherd, S. P McGrath, G.J D Kirk, K. L Hassall, S. M Haefele // Scientific reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 5162.

7. Prout, J. What is a good level of soil organic matter? An index based on organic carbon to clay ratio / J. Prout, K. Duncan Shepherd, S. P Mcgrath et al.// European Journal of Soil Science. – 2020. – 72(3-4). – P. 1-11.

УДК 631.811.1: 631.841.7:633.11

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПСУЛИРОВАННОЙ И ИНГИБИРОВАННОЙ МОЧЕВИНЫ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Волкова Марина Алексеевна, аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail marina.volkova.2012@mail.ru

Научный руководитель: Лапушкин Всеволод Михайлович, к.б.н., доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail lapushkin@rgau-msha.ru

Аннотация: Представлены результаты вегетационных и мелкоделяночных полевых опытов по изучению эффективности различных форм мочевины пролонгированного действия в посевах яровой пшеницы. А также лабораторные исследования по изучению динамики высвобождения амидного азота мочевины и его трансформации в почве.

Ключевые слова: азотные удобрения, пролонгированные удобрения, капсулированная мочевина, монокальцийфосфат, ингибитор аммонификации, ингибитор нитрификации, яровая пшеница, урожайность.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности азотных удобрений, снижения их экологического воздействия на окружающую среду и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур. Традиционные формы азотных удобрений характеризуются высокими потерями азота из-за выщелачивания, денитрификации и иммобилизации, что снижает экономическую и агрономическую эффективность их применения. Разработка новых форм азотных удобрений с замедленным или контролируемым высвобождением азота является важной задачей современной агрохимии [1-6].

Целью данной работы являлось изучение эффективности капсулированного карбамида и мочевины с ингибиторами нитрификации и уреазы при выращивании яровой пшеницы.

Исследования проводились в период с 2020 по 2023 год в рамках вегетационных, мелкоделяночных полевых и лабораторных опытов на дерново-подзолистой почве

легкосуглинистой почве. Тест-культурой для вегетационных и полевых опытов была выбрана яровая пшеница сорта Любава.

Объектами изучения являлись капсулированная мочевины с покрытием на основе монокальцийфосфата разной толщины (50 и 100 мкм), мочевины с добавлением ингибиторов уреазы и нитрификации [7]. Химический анализ растительных и почвенных образцов, а также компостирование почвы в лабораторных опытах осуществляли в соответствии с общепринятыми методами в агрохимии. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа посредством программы STATISTICA [1-4].

Согласно результатам вегетационных опытов капсулированная мочевины обеспечивала растения пшеницы азотом в течение всего периода его интенсивного поглощения. По сравнению с мочевиной без покрытия под действием капсулированной формы масса растения увеличивалась на 9-11%, масса колоса – на 10%, количество зерен в колосе – на 4-7%.

В среднем за 3 года исследований, капсулированная мочевины обеспечила прибавку урожая зерна яровой пшеницы на уровне 9-11%. Наибольший урожай зерна был получен в варианте с внесением в почву капсулированной мочевины с толщиной покрытия гранул 100 мкм. Содержание азота фосфора и калия в основной и побочной продукции было оптимальным во всех вариантах с применением азотного удобрения. Вместе с тем, мочевины с покрытием способствовала усилению потребления азота растениями пшеницы.

Содержание сырого протеина в зерне пшеницы существенно не изменялось при этом наблюдалась тенденция к более высокому его содержанию в вариантах с применением удобрений с покрытием.

Вынос основных макроэлементов и эффективность капсулированной мочевины возрастала с увеличением толщины покрытия гранул, коэффициент использования азота был выше на 10-13% по сравнению с традиционной формой мочевины.

В полевых опытах, более эффективное усвоение азота растениями пшеницы в период от выхода в трубку до колошения-цветения отмечалось в вариантах с капсулированной мочевиной и мочевиной с ингибитором нитрификации. В случае использования мочевины совместно с ингибитором уреазы, поглощение азота оказалось менее интенсивным по сравнению с другими модификациями мочевины.

Рассматривая показатели структуры урожая, можно сказать, что все модификации мочевины пролонгированного действия оказали положительное влияние на формирование репродуктивных органов.

Так, по сравнению с традиционной мочевиной в вариантах с различными формами мочевины пролонгированного действия длина колоса увеличилась на 2-4%, масса колоса – на 9-16%, масса 1000 зерен – на 0,5-3 %. Лучшие показатели отмечались в варианте, где применялась мочевины с покрытием.

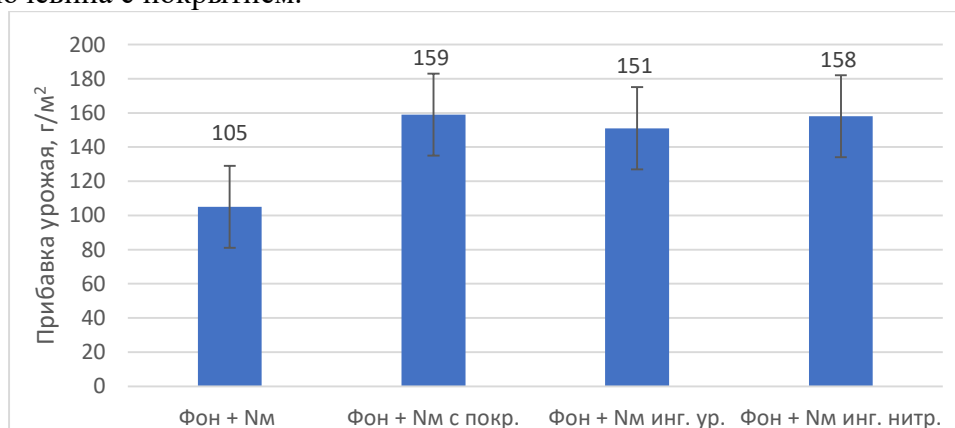


Рис. 1. Увеличение урожайности яровой пшеницы относительно РК-фона при применении разных форм мочевины

Мочевина с покрытием, в среднем за два года, способствовала повышению урожайности пшеницы на 13,5% в сравнении с обычной формой мочевины, модификация с ингибитором нитрификации – на 13 %, и мочевина с ингибитором уреазы – на 11,5%.

Химический анализ растительного материала показал, что наибольшее количество питательных элементов в биомассе пшеницы отмечалось в образцах, полученных в варианте, где вносилась мочевина с покрытием. При этом, содержание азота в зерне пшеницы не зависело от формы применяемого удобрения.

Расчет выноса элементов питания урожаем пшеницы показал, что под действием модифицированных форм мочевины возрастает потребление всех элементов питания. Наибольший вынос элементов питания основной продукцией отмечался в варианте с капсулированной мочевиной.

Расчетный коэффициент использования азота в вариантах с капсулированной мочевиной и мочевиной с ингибитором нитрификации составлял 68%, тогда как на обычной мочеvine этот показатель был равен 53%. Мочевина с добавлением ингибитора уреазной активности ($KI_N = 60\%$), несколько уступала по эффективности другим формам удобрений пролонгированного действия, при этом, по эффективности все также превосходила обычную мочевину.

Оценка интенсивности превращения амидного азота различных форм мочевины в лабораторном опыте на дерново-подзолистой почве показала, что как капсулированная модификация, так и формы с добавлением ингибиторов эффективно замедляют аммонификацию и нитрификацию.

Лабораторные исследования показали, что капсулированный карбамид с толщиной покрытия 100 мкм обеспечивает снижение содержания в почве азота в аммонийной форме в течение 3-х – 5-ти суток, а нитратного в течение 35 суток эксперимента. Так, на третьи сутки компостирования содержание аммонийного азота в почве составило 42% от внесенного количества, тогда как при использовании обычного карбамида содержание аммония составляло – 64%. К пятым и седьмым суткам компостирования содержание $N-NH_4^+$ нивелировалось примерно на один уровень. На 35-е сутки модельного опыта в варианте с обычным карбамидом содержание нитратного азота в почве составляло 52% от внесенного, в варианте с капсулированным карбамидом лишь 31%.

Стоит отметить, что ингибиторы аммонификации и нитрификации эффективнее сдерживали превращение амидного азота мочевины. Ингибитор аммонификации в течение 2-х недель успешно замедлял процесс превращения амидного азота в аммонийный, что также препятствовало деятельности нитрифицирующих микроорганизмов. Как результат, на 35-й день содержание нитратного азота в почве было всего лишь 17% от внесенного количества. Ингибитор нитрификации успешно сдерживал деятельность бактерий-нитрификаторов на протяжении всего эксперимента.

Таким образом, в условиях вегетационных и мелкоделяночных полевых опытов показано достоверное повышение эффективности карбамида вследствие нанесения на поверхность гранул покрытия на основе однозамещенного фосфата кальция. В лабораторном опыте установлено, что применяемое покрытие сдерживает процессы гидролиза и нитрификации мочевины, что способствует более высокой обеспеченности растений азотом в течение вегетации.

Библиографический список:

1. Волкова, М. А. Трансформация карбамида пролонгированного действия в почве и его эффективность в посевах яровой пшеницы / М. А. Волкова, В. М. Лапушкин // Плодородие. – 2024. – № 5(140). – С. 32-38. – DOI 10.25680/S19948603.2024.140.07
2. Лапушкин, В.М. Агрономическая эффективность мочевины пролонгированного действия при выращивании яровой пшеницы / В. М. Лапушкин, М. А. Волкова, А. А. Лапушкина [и др.] // Агрохимия. – 2024. – № 4. – С. 35-40. – DOI 10.31857/S0002188124040049

3. Лапушкин, В. М. Использование яровой пшеницей азота капсулированной мочевины / В. М. Лапушкин, М. А. Волкова, А. А. Лапушкина // Плодородие. – 2023. – № 6(135). – С. 15-19. – DOI 10.25680/S19948603.2023.135.04

4. Lapushkin V.M., Lapushkina A.A., Igraliev F.G., et al. 2023. The effect of slow-release coated fertilizers on the yield of spring wheat. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1212 (1): 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/1212/1/012021

5. Rudoy, D. Fertilisers of controlled action as a promising direction of agrochemistry / D.Rudoy, A.Olshevskaya, A. Prutskov, A. Vershinina, E. Alentsov //E3S Web of Conferences 420, EBWFF 2023. – p.1-7.

6. Sempeho, S.I. Encapsulated Urea-Kaolinite Nanocomposite for Controlled Release Fertilizer Formulations / S.I. Sempeho, H.T. Kim, E. Mubofu, A. Pogrebnoi, G. Shao, A. Hilonga // Journal of Chemistry, 2015. – p.1-17

7. Патент № 2776275 C1 Российская Федерация, МПК C05G 3/40. способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ: № 2021126117: заявл. 02.09.2021: опубл. 15.07.2022 / А. М. Норов, Д. А. Пагалешкин, П. С. Федотов [и др.]; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова". EDN: FGZDKC

УДК 632.937.1.05

ПОИСК БАКТЕРИАЛЬНЫХ АНТАГОНИСТОВ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ

Доморацкая Дана Алексеевна, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, danadomoratskaya@mail.ru

Киракосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru

Калашиников Андрей Алексеевич, младший научный сотрудник лаборатории «Государственная коллекция карантинных организмов» ФГБУ ВНИИКР, andreysm.uch@mail.ru

Аннотация: Проведен опыт *in vitro* по поиску антагонистов возбудителя бурой гнили картофеля с 139 штаммами бактерий; было выявлено 58 штаммов, проявляющих антагонистическую активность.

Ключевые слова: бурая гниль картофеля, антагонисты, биологическая защита растений.

Бурая гниль является одним из самых опасных и широко распространенных заболеваний картофеля, возбудитель которого постоянно расширяет свой список растений-хозяев (более 200 видов) и ареал обитания. Возбудитель бурой бактериальной гнили картофеля *Ralstonia solanacearum* входит в Единый перечень карантинных организмов Евразийского экономического союза и фитосанитарные списки других стран, но при этом распространен в ряде стран (Египет, Турция, Китай), осуществляющих экспорт картофеля в РФ [1]. Риск интродукции фитопатогена на территории РФ является высоким, в связи с чем, кроме фитосанитарного контроля, актуальна разработка других профилактических мер борьбы с ним [2]. Одним из способов биологической защиты, контроля и борьбы с инфекционными заболеваниями растений является использование микроорганизмов-антагонистов, способных к подавлению фитопатогенов.

В данном исследовании был проведен скрининговый первичный опыт *in vitro* по поиску бактериальных антагонистов возбудителя бурой гнили картофеля. В ходе работы мы высевали на плотную среду R2A единичным штрихом чистую культуру *Ralstonia solanacearum* и перпендикулярно ему так же единичными штрихами высевали тестируемые

бактерии в двух повторностях по 2 штамма на чашку Петри. Также был сделан контрольный посев *Ralstonia solanacearum* без подсева других штаммов. В качестве испытуемых штаммов использовали изоляты бактерий, депонированные в коллекцию бактерий лаборатории бактериологии и анализа ГМО ИЛЦ ФГБУ ВНИИКР, относящиеся к родам *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Achromobacter* sp., *Arthrobacter* sp., *Ochrobactrum* sp., *Stenotrophomonas* sp., *Rhodococcus* sp., *Lysinibacillus* sp., *Paenarthrobacter* sp., *Peribacillus* sp., *Pseudoarthrobacter* sp., *Ralstonia* sp. Всего было протестировано 139 штаммов. После посева чашки Петри инкубировали при температуре 25°C в суховоздушном термостате в течение 5 суток, чашки просматривали посуточно, фотографировали через 1, 3 и 5 суток инкубации (рис. 1). Проводили качественную оценку антагонистической активности, сравнивая контрольный посев с посевом с тестируемыми бактериями.

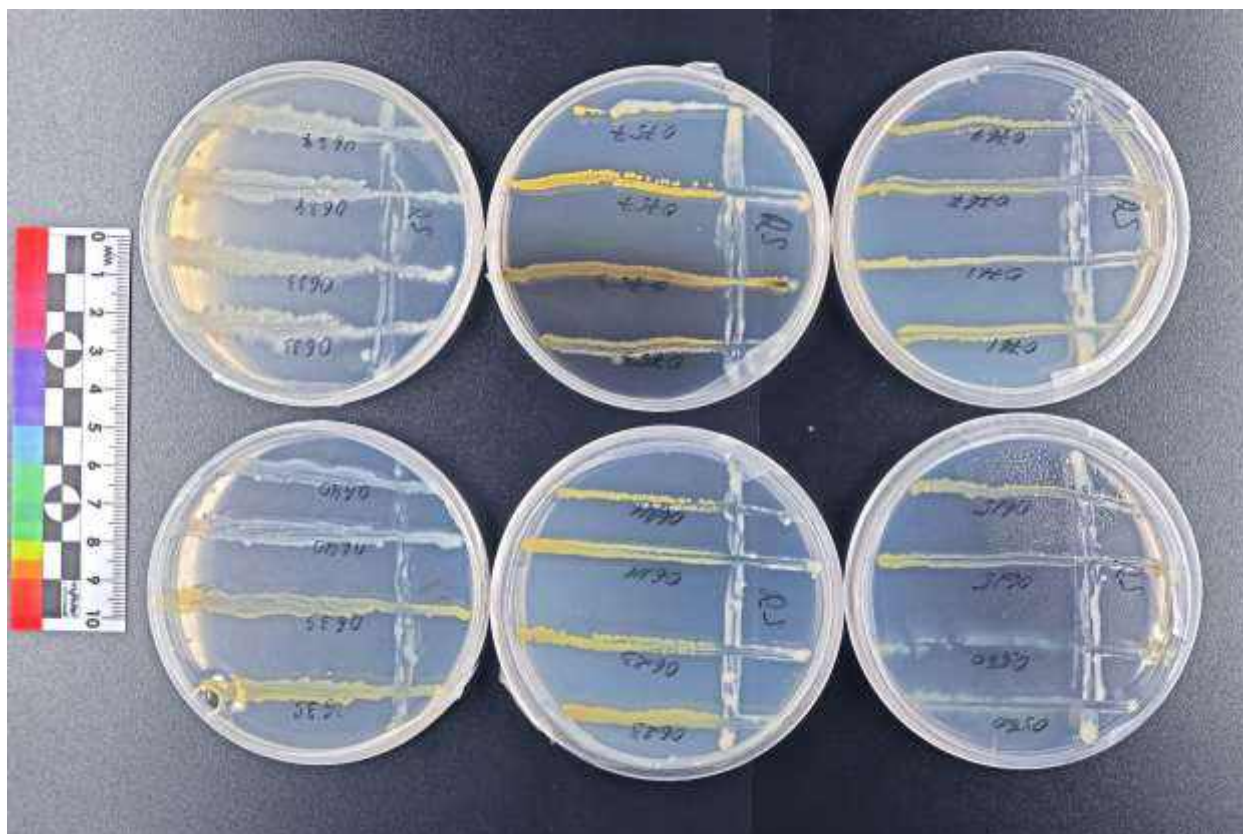


Рис. 1 Фотография части чашек Петри с опытным посевом (Rs – *Ralstonia solanacearum*; числовые обозначения – номера тестируемых штаммов)

В результате исследования было выявлено, что антагонистическую активность по отношению к возбудителю бурой гнили картофеля *Ralstonia solanacearum* в условиях *in vitro* проявляют 58 из 139 протестированных штаммов бактерий, принадлежащие к родам *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Achromobacter* sp., *Arthrobacter* sp., *Ochrobactrum* sp., *Stenotrophomonas* sp., *Rhodococcus* sp., *Lysinibacillus* sp., *Paenarthrobacter* sp., *Peribacillus* sp., *Pseudoarthrobacter* sp. (таблица 1). При этом некоторые штаммы только подавляли рост фитопатогена, а некоторые его полностью поглощали. Те штаммы, которые не проявляли подавляющей активности, в противовес, в некоторых случаях поглощались *Ralstonia solanacearum*.

Таблица 1

Список штаммов, проявивших антагонистическую активность в опыте

№ штамма	Латинское название	№ штамма	Латинское название
0299	<i>Pseudomonas</i> sp.	0645	<i>Pseudomonas</i> sp.

0341	<i>Arthrobacter</i> sp.	0646	<i>Pseudomonas</i> sp.
0342	<i>Arthrobacter</i> sp.	0647	<i>Pseudomonas</i> sp.
0350	<i>Ochrobactrum lupini</i>	0652	<i>Pseudomonas</i> sp.
0359	<i>Pseudomonas azotoformans</i>	0653	<i>Pseudomonas</i> sp.
0367	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0654	<i>Pseudomonas</i> sp.
0369	<i>Ochrobactrum</i> sp.	0659	<i>Arthrobacter</i> sp.
0395	<i>Pseudomonas</i> sp.	0694	<i>Peribacillus</i> sp.
0396	<i>Pseudomonas</i> sp.	0700	<i>Bacillus</i> sp.
0415	<i>Arthrobacter bacter</i>	0701	<i>Achromobacter</i> sp.
0416	<i>Arthrobacter bacter</i>	0708	<i>Bacillus pumilus</i>
0485	<i>Pseudomonas</i> sp.	0720	<i>Pseudomonas umsongensis</i>
0489	<i>Arthrobacter</i> sp.	0739	<i>Bacillus velezensis</i>
0494	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	0741	<i>Lysinibacillus macroides</i>
0529	<i>Arthrobacter</i> sp.	0748	<i>Pseudomonas glycinea</i>
0532	<i>Pseudomonas koreensis</i>	0750	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
0537	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0755	<i>Pseudomonas reidholzensis</i>
0548	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0757	<i>Pseudomonas oryzihabitans</i>
0558	<i>Pseudomonas orientalis</i>	0758	<i>Pseudomonas</i> sp.
0559	<i>Pseudomonas gessardii</i>	0772	<i>Pseudomonas graminis</i>
0570	<i>Pseudomonas</i> sp.	0773	<i>Pseudomonas hibiscicola</i>
0573	<i>Pseudomonas</i> sp.	0777	<i>Stenotrophomonas</i> sp.
0626	<i>Pseudomonas</i> sp.	0788	<i>Bacillus cereus</i>
0629	<i>Pseudomonas</i> sp.	0797	<i>Pseudoarthrobacter chlorophenolicus</i>
0633	<i>Pseudomonas</i> sp.	0799	<i>Pseudomonas fragi</i>
0634	<i>Pseudomonas</i> sp.	0806	<i>Arthrobacter enclensis</i>
0639	<i>Pseudomonas</i> sp.	0807	<i>Paenarthrobacter nicotinovorans</i>
0640	<i>Pseudomonas</i> sp.	0813	<i>Pseudoarthrobacter siccitolerans</i>
0644	<i>Pseudomonas</i> sp.	0833	<i>Arthrobacter arilaitensis</i>

Таким образом, проводя исследования в области штаммов-антагонистов фитопатогенов, ведутся работы по созданию новых биологических методов борьбы с инфекционными заболеваниями растений для обеспечения продовольственной безопасности страны, что особенно актуально по отношению к таким высокоинвазионным видам, как возбудитель бурой гнили картофеля *Ralstonia solanacearum*.

Библиографический список

1. EPPO Global Database: сайт. — URL: <https://gd.eppo.int/taxon/RALSSO> (дата обращения: 29.05.2025).
2. Доморацкая, Д. А. Ингибирующее действие *Echinops sphaerocephalus* в отношении возбудителя бурой гнили *Ralstonia solanacearum* в условиях *in vivo* / Д. А. Доморацкая, Р. Н. Киракосян, О. Ю. Словарева // BIOAsia Altai 2024 : Материалы IV Международного биотехнологического форума (Барнаул, 23–28 сент. 2024 г.) – Алтайский государственный университет. – Барнаул: АЛТГУ, 2024. – С. 68-70.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА АКТИВНОСТЬ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОТНОШЕНИИ МОНОВИДОВЫХ И МУЛЬТИВИДОВЫХ БИОПЛЕНОК

Дювенжи Екатерина Валерьевна, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekaterina.dyvenji@mail.ru

Ганнесен Андрей Владиславович, к.б.н., старший научный сотрудник ФИЦ Биотехнологии РАН, andrei.gannesen@gmail.com

Козлов Андрей Владимирович, д.б.н., заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a.kozlov@rgau-msha.ru

Аннотация: Было показано модулирующее действие натрийуретического пептида типа А и норадреналина на активность антибиотика азитромицина в отношении моновидовых и бинарных биопленок *K. schroeteri* и *S. aureus*. Были подобраны условия совместного культивирования микробных сообществ и эукариотических клеток.

Ключевые слова: Биопленки микроорганизмов, антибиотики, гормоны человека, антибиотикорезистентность, кератиноциты.

Введение. Около 80% всех хронических заболеваний вызываются биопленками патогенных микроорганизмов [1]. Микробные клетки в биопленках обладают в 10-1000 раз большей устойчивостью к антимикробным веществам, чем планктонные клетки. В биопленочных сообществах резистентность к антибиотикам возникает благодаря различным механизмам, таким как медленное или неполное проникновение антибиотиков в биопленку за счет синтеза внеклеточного полимерного матрикса и его барьерных свойств (физической и химической природы) наличие клеток-персистеров, составляющих около 1% всех клеток в составе биопленки. Также, устойчивость биопленок может быть следствием выгодного взаимодействия разных видов в составе биопленки [2]. Все эти защитные механизмы затрудняют успешное лечение инфекций при помощи классической химиотерапии антибиотиками. Следовательно, для преодоления лекарственной устойчивости бактериальных биопленочных сообществ необходимы новые стратегии лечения. Одним из перспективных подходов к решению данной проблемы является комбинированная терапия. Поиск новых соединений, усиливающих действие уже существующих антибиотиков, является крайне актуальной задачей на сегодняшний день.

Анализируя источники литературы, можно сделать вывод, что биопленки микроорганизмов активно изучаются на сегодняшний день, при этом влияние гормональных соединений, а тем более совместное влияние с антибиотиками изучено намного хуже. Полученные данные о влиянии активных соединений на биопленки содержат только результаты в системе *in vitro* на среде, предназначенной для оптимального роста микроорганизмов. Таким образом, существует необходимость в создании системы, которая позволит изучать это явление в условиях, приближенных к условиям *in vivo*, в которых будут присутствовать уже клетки человека. Это позволит полнее изучить взаимосвязь между микробиомом кожи и эукариотическими клетками, а также позволит исследовать влияние активных соединений в условиях приближенных к клиническим.

Материалы и методы. В работе использовали штаммы бактерий *S. aureus* 209Н и *K. schroeteri* Н01. В качестве исследуемых соединений использовали натрийуретический пептид типа А (НУПА) и норадреналин (НА), а также антибиотик - азитромицин.

Для исследования влияния активных соединений на микробные сообщества использовали количественные и качественные методы анализа, а именно подсчет КОЕ, оценку биомассы клеток (окрашивание биопленок различными красителями), оценку

жизнеспособности клеток. Также проводился анализ кинетических параметров роста культур и исследование микробных сообществ с помощью флуоресцентной микроскопии.

Для исследования эукариотических клеток проводился анализ с помощью Live/Dead окрашивания, а цитотоксичность определяли методом восстановления резазурина.

Результаты. В ходе работы были подобраны рабочие концентрации азитромицина, оказывающие статистически значимое влияние на моновидовые биопленки *K. schroeteri* и *S. aureus*, а именно 0,001 мкг/мл и 4 мкг/мл. Было показано, что действие азитромицина приводит к снижению числа КОЕ в биопленках на стекловолоконных фильтрах и увеличению общей биомассы биопленки, выращенной на тефлоновых кубиках. Норадреналин в сочетании с азитромицином в концентрации 0,001 мкг/мл увеличивал число КОЕ в моновидовых и бинарных биопленках на фильтрах в модельной системе на поверхности плотной среды (без планктонной культуры). Было показано, что натрийуретический пептид типа А и норадреналин способны модулировать действие азитромицина в отношении биопленок исследованных микроорганизмов (рис. 1). Модулирующий эффект гормонов зависел от модельной системы и времени инкубации микроорганизмов. Было показано, что гормоны способны снимать ингибирующее действие азитромицина в высокой концентрации, что выражалось в соответствующих изменениях кинетических параметров роста и плотности биомассы. Также, было показано, что азитромицин в сочетании с гормонами увеличивает экспрессию генов устойчивости и к другим классам антибиотиков, при этом активные соединения по отдельности ее снижают (таблица 1).

Полученные результаты показали, что гормоны, в особенности норадреналин способны снимать ингибирующий эффект азитромицина в различных концентрациях. Эти данные могут объяснить малорезультативность антибиотикотерапии, даже с учетом того, что микроорганизмы не обладают устойчивостью к данному классу антибиотика.

В ходе работы также были подобраны условия совместного культивирования микроорганизмов и эукариотических клеток для создания эффективной модельной системы и дальнейшего исследования влияния активных соединений в условиях приближенных к клиническим.

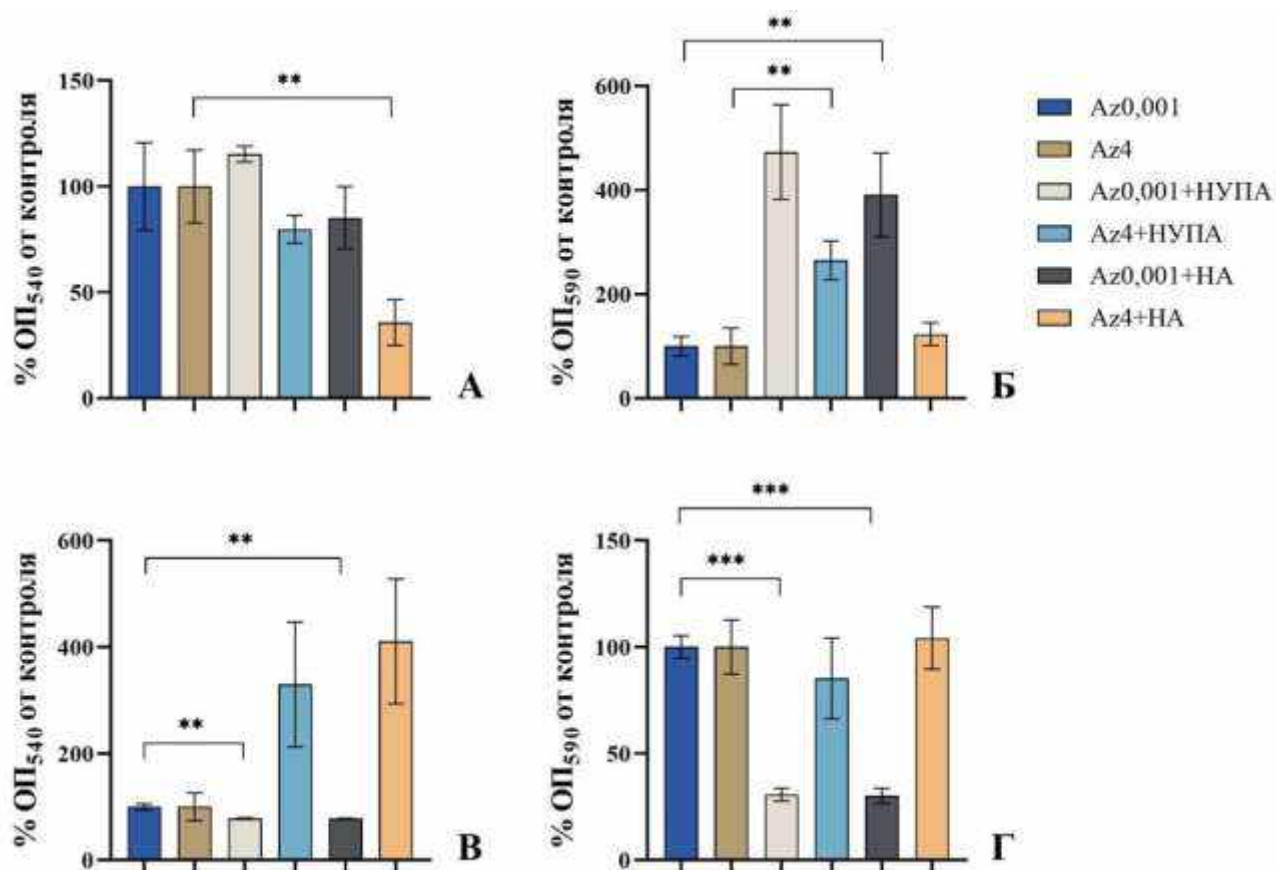


Рис. 1 Влияние азитромицина и гормонов на рост планктонных культур и моновидовых биопленок через 48 часов инкубации. А – планктонные культуры *K. schroeteri*; Б – биопленки *K. schroeteri*; В – планктонные культуры *S. aureus*; Г – биопленки *S. aureus*.

Таблица 1

Результаты количественной ПЦР биопленок *S. aureus*.
(зеленым цветом обозначены значимые результаты)

Ген	Количество продукта амплификации относительно контроля, $2^{-\Delta\Delta Ct}$							
	НУПА	НА	Az0,001	Az4	Az0,001+ НУПА	Az4+ НУПА	Az0,001+ НА	Az4+Н А
MerR	-1,25	1,17	-11,55	-1,1	-1,67	2,45	-1,02	3,03
	-45,25	-3,78	2,91	-11,96	5,71	-1,82	-2,95	-17,27
	1,37	10,06	1,1	3,32	1,59	1,79	1,27	2,73
MgrA	1,42	2,19	2,25	1	1,51	1,91	1,95	13,18
	-4,56	-1,77	-2,89	-5,82	8,44	1,83	-1,83	-4,38
	1,02	6,45	-1,14	2,87	3,51	1,78	1,16	3,51
NorC	4,17	7,36	20,25	4,47	3,81	4,17	12,13	1,2
	-3,46	-1,79	-2,06	-2,81	1,27	-3,71	-4,29	-2,19
	-2,48	1,88	1,53	2,08	8,75	-1,17	-1,49	1,91

VanTG	-17,39	1,8	-1,73	1,37	1,51	0	-1,89	8,17
	-18,25	-6,92	-11,24	-5,54	1,84	-2,93	-4,44	-6,28
	1,62	12,3	1,43	5,78	15,89	1,11	1,48	2,58
LmrS	-1,28	-1,37	1,77	-1,64	-3,46	2,13	-1,53	5,43
	-74,03	-9,65	-24,59	-8,11	3,39	-2	-6,41	-21,11
	1,42	10,34	1,69	16,11	14,62	3,63	3,23	5,5
SdrM	-1,19	1	4,69	1,04	-3,07	2,28	1,32	18,51
	-28,05	-4,41	-15,67	-20,68	1,97	-1,38	-5,31	-20,25
	1	11,16	1,09	5,74	32,67	4,23	1,89	3,41

Заключение. Результаты исследования указывают на возможность гормональных веществ модулировать эффективность известных антимикробных препаратов, что открывает большие перспективы как для фундаментальной науки, так и для прикладных областей знания. А исследование микробных сообществ совместно с эукариотическими клетками позволит полнее изучить взаимосвязь между клетками, а также позволит исследовать влияние активных соединений в условиях приближенных к клиническим.

Библиографический список

1. Sharma D., Misba L., & Khan A. U. Antibiotics versus biofilm: an emerging battleground in microbial communities // Antimicrobial resistance and infection control. – 2019. – V. 8. – P. 76.
2. Плакунов В.В., Ганнесен А.В., Мартыанов С.С., Журина М.В. Биокоррозия синтетических пластмасс: механизмы деградации и способы защиты // Микробиология. – 2019. – Т. 89. – № 6. – С. 631-645.

УДК 631.4

МИКРОБНЫЕ АССОЦИАЦИИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА СКАЛЬНЫХ ВЫХОДАХ ИЗВЕСТНЯКА

Дятлов Илья Сергеевич, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии 1-го года обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ylia-d@yandex.ru

Козлов Андрей Владимирович, д.б.н., заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, a.kozlov@rgau-msha.ru

Аннотация: в работе приводится анализ численности различных микробных ассоциаций в коре выветривания скальных выходов известняка, расположенного на правом берегу реки Рожайка в Домодедовском ГО Московской области.

Ключевые слова: скальные выходы известняка, микробные ассоциации, выветривание, биологическое выветривание

Введение. Процессы биологического выветривания и состав микробных ассоциаций кор выветривания скальных выходов известняка на данный момент слабо изучены. В научной литературе имеется крайне мало статей касательно биологического выветривания известняка, а также о первичных процессах почвообразования на карбонатных породах (известняках, доломитах, доломитизированных известняках, карбонатных моренах, карбонатных глинах и других).

Значимость изучения процессов биологического выветривания и первичной сукцессии, происходящей на карбонатных породах, заключается в поиске понимания начальных механизмов почвообразования, их закономерностей и микробиологических процессов, протекающих в корах различной степени выветрелости.

Объект исследования. Объектом исследования является элювий известняков. Образцом для изучения явилась выветрелая порода (элювий) известняка, отобранная с его скального обнажения, расположенного в рамках Московской синеклизы.

Скальное обнажение расположено на правом берегу р. Рожайка у правого поворота реки юго-западнее с. Никитское в Домодовском городском округе Московской области (55.40053 37.72552). Скальные обнажения имеют южную экспозицию. Высота некоторых скальных обнажений достигает отметок примерно в 8-10 метров.

В виде скальных обнажений на дневную поверхность открываются отложения Мячковской свиты Московской серии известняков среднего карбона согласно карте дочетвертичных отложений масштаба 1:200 000.

Мячковская свита в районе отбора образцов лежит с незначительным разрывом на Подольской свите представлена двумя пачками. Мячковская свита представлена известняками органогенными, органогенно-детритовыми мелко-грубозернистыми с прослоями мергелей и глин, местами с зёрнами кремния диаметром до 3-4 мм. Общая мощность свиты достигает 30 метров.

При отборе пробы элювия известняка обнаруживалось множество фрагментов кораллов и раковины брахиопод относящихся к видам, обитающим в время формирования известняков Мячковской серии [1; 2].

Усреднённый образец элювия выветрелых известняков отбирался с плит, расположенных в разных частях скального обнажения. Транспортировка образца производилась в стерильном полиэтиленовом пакете при температуре окружающей среды, хранение – в лаборатории при температуре около +5°C.

Методы исследования. Посев на агаризованные питательные среды производился в пятикратной повторности глубинным методом из каждого разведения в диапазоне от 10^{-4} до 10^{-6} .

Набор микробиологических сред для оценки состояния микробных ассоциаций выветрелых пород был принят следующим:

Мясопептонный агар (МПА) – для определения общего микробного числа; ПДС гр. – для выделения грибов; ПДС др. – для выявления дрожжей; крахмало-аммиачный агар (КАА) – для выявления амилалитических микроорганизмов; Эшби – для выявления свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов; агар Гетчинсона-Клейтона (АГК) – для выявления целлюлозоразлагающих микроорганизмов; агар Муромцева (АМУР) – для выявления микроорганизмов, ассимилирующих нерастворимые неорганические фосфаты; агар Александра-Зака (ААЗ) – для выявления силикатных микроорганизмов [4].

Обсуждение результатов. На всех используемых в исследовании средах был отмечен явный рост микроорганизмов. Результаты учёта микроорганизмов приведены на рисунках 1 и 2. Низкая численность микроорганизмов, выделяемых на среде Муромцева, предназначенной для микроорганизмов, ассимилирующих нерастворимые минеральные формы фосфора, обусловлена тем, что в известняках в целом содержится крайне мало неорганических фосфатов, что обуславливает низкое количество микроорганизмов способных усваивать данные формы фосфора.

На среде Эшби была отмечена достаточно высокая активность роста свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов. Это обусловлено нейтрально-слабощелочной реакцией среды выветрелой породы известняка. Отсутствие видового разнообразия обусловлено тем, что в выветрелой породе известняка достаточно бедное разнообразие питательных минеральных и органических веществ.

Силикатные микроорганизмы в образце элювия находятся в большом количестве в силу присутствия в отложениях известняков Мячковской серии зёрен кремния, что является одним из основных факторов для их существования.

Дрожжей в исследуемом образце выветрелого известняка мало из-за низкого количества сахаров и других органических веществ.

Микроскопических грибов, определяемых на полной дрожжевой среде, обнаружено около 235 500 КОЕ в 1 г образца – значение невысокое для среды с слабощелочной/нейтральной средой в следствие невысокого содержания органических веществ.

Амилолитических микроорганизмов, выделяемых на крахмало-аммиачном агаре [3], немного в связи с низким содержанием аммиачной формы азота и поступающего органического полисахарида – крахмала в выветрелом известняке.

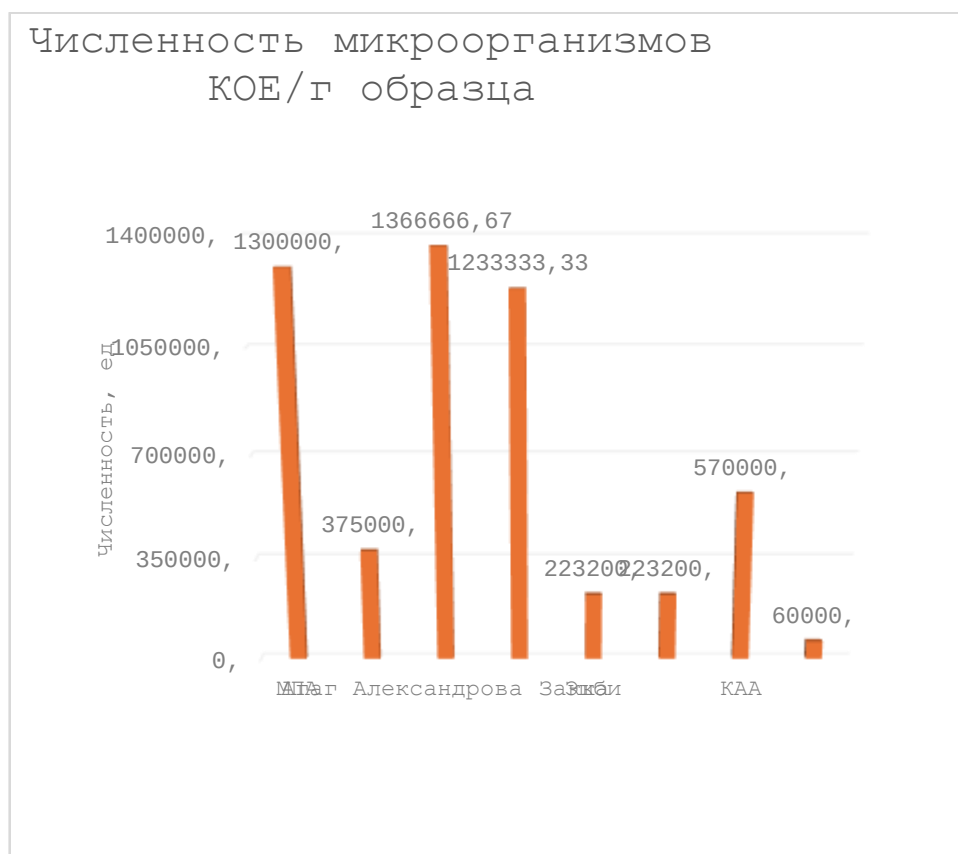


Рис. 1. Численность микроорганизмов различных микробных ассоциаций, выделенных из карбонатного элювия

На среде АГК были выделены микроорганизмы, использующие в качестве источника ассимиляции углерод целлюлозы. Их количество было не высоко из-за не низкого количества поступающего опада в силу особенностей взаиморасположения литологических плит на скальных обнажениях изучаемых известняков.

ОМЧ, определяемое на мясопептонном агаре (МПА), составило около 1 300 000 КОЕ/г, что весьма активно для объекта минеральной природы, подвергаемого первичному выветриванию.



Рис. 2. Численность микроорганизмов различных микробных ассоциаций, выделенных из карбонатного элювия

Выводы. Количество гетеротрофных микроорганизмов в выветрелой породе известняка невысоко из-за слабого притока растительного опада и каких-либо органических соединений. Содержание свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов выше, чем в кислых почвах, но отсутствует их видовое разнообразие.

Для более полной оценки микробных ассоциаций элювия выветрелого известняка и его микробиома в целом необходимо расширить спектр физиолого-биохимических условий для определения актиномицетов и хемолитотрофных микроорганизмов, использующих в своём метаболизме гидрокарбонат- и карбонат- ионы в качестве источника ассимиляции углерода, а также провести современные молекулярно-генетические исследования микробного пула известковых пород.

Библиографический список

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 Изд. 2-е. Серия Московская. Лист N-37-II (Москва). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 130 с. + 3 вкл. (МПР России, Центральный региональный геологический центр, «Геоцентр – Москва»).
2. Махлина М.Х., Шик Е.М. Материалы по изучению опорных разрезов верхнего и среднего карбона Юго-Западной части Московской синеклизы. 1975.
3. Козлов А.В., Дятлов И.С., Селицкая О.В. Карстовые полости центральной части восточно-европейской равнины как источник низкотемпературных амилаз / А.В. Козлов, И.С. Дятлов, О.В. Селицкая, О.П. Вишневская, В.А. Кульчицкая // Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы сельскохозяйственной микробиологии», посвященной 100-летию со дня рождения В.Т. Емцева М.: 2024 – С. 178-183.
4. Козлов А.В. Методы почвенной микробиологии и энзимологии в экосистемных исследованиях. – М.: Плодородие, 2023. – 152 с.

ИММУННЫЙ ОТВЕТ НА РЕКОМБИНАНТНЫЙ СТХВ У МЫШЕЙ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ ХОЛЕРЫ И В КАЧЕСТВЕ МУКОЗАЛЬНОГО АДЬЮВАНТА

Жамгочян Хамесд, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, hamesdja22@gmail.com

Гончаренко Анна Владимировна, к.б.н., с.н.с. группы редактирования геномов микроорганизмов, ФИЦ Биотехнологии РАН, pylaevanna@gmail.com

Киракосян Рима Нориковна, к.б.н., доцент, кафедры биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru

Ключевые слова: СтхВ, рекомбинантный белок, иммунный ответ, антиген, адьювант, иммунизация, системный иммунитет, мукозальный иммунитет, вакцинные компоненты, холерный токсин, антитела.

Актуальность исследования. Исследование иммуногенности рекомбинантного белка СтхВ имеет высокую актуальность в контексте разработки эффективных вакцин против холеры. Холерный токсин является ключевым фактором патогенеза *Vibrio cholerae*, а его β -субъединица (СтхВ) обеспечивает взаимодействие токсина с клетками кишечного эпителия и способствует проникновению токсина внутрь клетки. Важность этого белка обусловлена тем, что он является не только компонентом противохолерных вакцин, таких как Dukoral, но и обладает потенциалом использования как мукозального адьюванта, усиливающего иммунный ответ на сопутствующие антигены. В связи с этим выявление способностей СтхВ вызывать системный и мукозальный гуморальный иммунитет при различных способах введения является важнейшей задачей для расширения возможностей вакцинопрофилактики холеры.

Цель исследования. Целью данного исследования являлась оценка иммуногенности рекомбинантного белка СтхВ при различных путях введения (подкожно и перорально) у мышей модели линий BALB/c. В частности, было необходимо определить, формирует ли СтхВ гуморальный иммунный ответ, наличие антител как в системной циркуляции (сыворотка крови), так и в мукозальных тканях (кишечном лаваже), а также выяснить, возможна ли активация иммунного ответа без использования дополнительных иммуномодуляторов или адьювантов.

Материалы и методы. Использованы мыши линии BALB/c массой 18–20 г, которых иммунизировали с интервалом в 30 дней (три введения). В группе испытуемых животных рекомбинантный белок СтхВ вводили подкожно (по 100 мкг в 200 мкл PBS) либо перорально (по 100 мкг в карбонатном буфере pH 8.75 через зонд). Контрольным группам вводили только буферные растворы без СтхВ. Иммунизация проводилась с целью стимулирования формирования гуморального иммунного ответа, после чего через 4 недели после последней дозы животные были умерщвлены для отбора образцов.

Для оценки антител использовали методы иммуноферментного анализа (ИФА). В частности, собирали кровь для получения сыворотки и проводили забор кишечного лаважа для определения уровня антител в мукозальных тканях. Образцы инкубировали с антигеном СтхВ, а затем добавляли специальную антитела-конъюгаты, меченные HRP, и субстрат ТМБ для визуализации реакции. Величина оптической плотности измерялась на спектрофотометрии и служила индикатором уровня антител.

Результаты. Результаты исследования показали, что иммунизация СтхВ — независимо от метода введения — приводила к образованию антител как в сыворотке крови, так и в кишечном лаваже. Статистический анализ подтверждает существенное увеличение оптической плотности по сравнению с контрольными группами ($p \leq 0.001$). Обнаруженные

антитела свидетельствуют о формировании системного и мукозального гуморального иммунного ответа. При этом уровень антител в сыворотке крови был сходен у обоих способов введения ($p=0.889$), тогда как в кишечном лаваже подкожная иммунизация способствовала более выраженной реакции ($p=0.0084$).

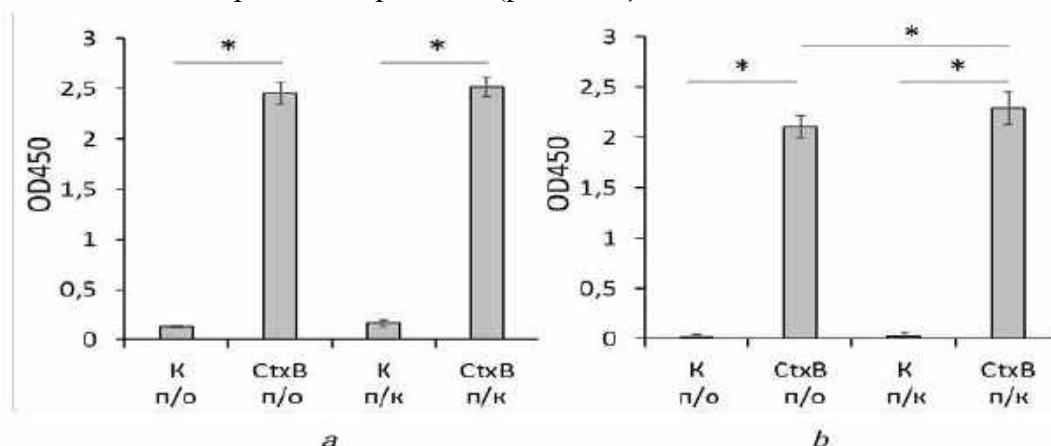


Рис 1. Результаты ИФА для определения присутствия антител к CtxB [1]

В рисунке 1 представлены а – в сыворотке крови, разведение образцов 1:500; б – в кишечном лаваже, разведение образцов 1:20. Животных иммунизировали подкожно (п/к) или перорально (п/о). Представлены результаты измерения оптической плотности при 450 нм (OD450). В качестве контроля (К) использован буферный раствор без антигена: PBS для подкожной иммунизации и карбонатный буферный раствор – для пероральной. Данные показаны в формате среднее $\pm$ среднее квадратичное отклонение (SD). * – статистически значимые различия, $p \leq 0.05$ [1].

Выводы. На основе полученных данных можно заключить, что рекомбинантный белок CtxB обладает высокой иммуностимулирующей активностью при различных способах введения, способствуя развитию как системного, так и мукозального гуморального иммунитета. Необходимость использования адъювантов при этом отсутствовала, что расширяет потенциал применения CtxB как самостоятельного компонента вакцин и мукозальных адъювантов.

Заключение. Данное исследование подтверждает возможность использования рекомбинантного CtxB в вакцинологии для профилактики холеры. Его способность стимулировать устойчивый гуморальный иммунный ответ при администрировании через подкожный и пероральный пути делает его перспективным кандидатом как для моновакцин, так и для платформ с комбинированными антигенами. Кроме того, результаты подчеркивают значимость ацепции CtxB как мукозального адъюванта, что может способствовать развитию новых стратегий иммунопрофилактики инфекционных заболеваний, основанных на стимуляции локального иммунитета.

Библиографический список

1. Жамгочян, Х. Иммуногенность рекомбинантного белка CtxB при подкожном и пероральном введении / Х. Жамгочян, М. С. Котлярова, М. С. Шумков, А. В. Гончаренко // Известия уфимского научного центра. - 2025. - № 1. - С. 75-79.

УДК 631.81.095.337

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ВОДНЫХ СТРЕССОВ

Зайцев Фёдор Игоревич, аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, teozaig@yandex.ru

Серегина Инга Ивановна, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, seregina.i@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние гуминоминерального препарата и его комбинации с микроэлементами на урожайность и основные показатели качества зерна яровой пшеницы в оптимальных условиях водообеспечения, а также в условиях почвенной засухи и переувлажнения почвы. Отмечено положительное влияние всех изучаемых препаратов как на урожайность, так и на показатели качества. В условиях переувлажнения положительное влияние на урожайность оказали все препараты за исключением комбинации с цинком.

Ключевые слова: гуминоминеральные препараты, яровая пшеница, микроэлементы, водные стрессы, засуха переувлажнение, урожайность, качество зерна

Введение. В современном сельском хозяйстве, ориентированном на повышение урожайности и качества продукции, все больше внимания уделяется комплексным подходам к питанию растений. Традиционное применение минеральных удобрений, обеспечивающих растения основными макроэлементами (азот, фосфор, калий), часто оказывается недостаточным для полного раскрытия потенциала культуры. Дефицит микроэлементов, таких как цинк, кремний, медь, марганец, молибден и селен, может стать лимитирующим фактором, снижающим эффективность использования макроудобрений и ухудшающим физиологическое состояние растений. В этой связи, совместное применение органоминеральных удобрений в комбинациях с микроэлементами представляется перспективным направлением повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшения качества урожая [1].

Гуминовых препаратов (ГП) представляют собой комплексные удобрения, сочетающие в себе преимущества органических и минеральных компонентов. Органическая составляющая ГП (компост, перегной, сапропель, торф и др.) улучшает структуру почвы, повышает ее влагоудерживающую способность и активизирует деятельность почвенной микробиоты. Минеральная составляющая ГП обеспечивает растения необходимыми макро- и микроэлементами в доступной форме. Совместное внесение органических и минеральных веществ способствует более эффективному усвоению питательных элементов растениями, снижает риск вымывания минеральных удобрений из почвы и улучшает экологическую обстановку [2].

Микроэлементы играют важную роль в метаболических процессах, протекающих в растениях. Несмотря на относительно низкую потребность в них, дефицит микроэлементов может приводить к серьезным нарушениям в росте и развитии растений, снижению урожайности и ухудшению качества продукции [3].

Совместное применение органоминеральных удобрений в комбинациях с микроэлементами позволяет достичь синергетического эффекта, при котором положительное влияние каждого компонента усиливается. Органоминеральные удобрения создают благоприятные условия для усвоения микроэлементов, улучшают их доступность для растений и снижают риск фиксации в почве. Микроэлементы, в свою очередь, повышают эффективность использования макроудобрений, улучшают физиологическое состояние растений и повышают их устойчивость к стрессовым факторам [4, 5].

Многочисленные исследования и практический опыт подтверждают эффективность совместного применения органоминеральных удобрений в комбинациях с микроэлементами. В частности, установлено, что внесение ГП, обогащенных цинком, повышает урожайность зерновых культур и улучшает качество зерна. Совместное применение ГП и кремния повышает устойчивость растений к полеганию, болезням и вредителям, увеличивает

урожайность и улучшает качество плодов и овощей. Внесение ГП, содержащих медь, марганец, молибден и селен, улучшает рост и развитие растений, повышает их устойчивость к стрессовым факторам и улучшает качество продукции [6].

Применение ОМУ в комбинациях с микроэлементами является перспективным направлением повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшения качества урожая. Дальнейшие исследования в этой области позволят разработать более эффективные и экологически безопасные технологии питания растений, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям и потребностям различных культур.

Объекты и методы исследования. Для достижения цели исследования был поставлен вегетационный опыт в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. В исследовании изучали гуминоминеральный препарат в качестве самостоятельного удобрения и в комбинации с микроэлементами: цинк, кремний, селен и молибден. Объектом исследования выступала яровая мягкая пшеница сорта Эстер.

Моделирование действия краткосрочной засухи проводилось путем прекращения полива растений в фазу выхода в трубку и доведением почвы до 40% ПВ с последующим восстановлением оптимальной влажности.

Моделирование переувлажнения почвы проводилось так же в фазу выхода в трубку путем доведения почвы до 100% ПВ постепенным подтоплением почвы, после чего восстанавливали оптимальные условия водообеспечения.

Результаты исследования. В оптимальных условиях водообеспечения было отмечено достоверное положительное влияние всех изучаемых препаратов как на урожайность (прибавка по сравнению с фоном 29 – 54%), так и на показатели качества зерна, в первую очередь на содержание протеина (прибавка 29-93%) и клейковины (прибавка 76 – 113%). Также при применении гуминоминерального препарата и его комбинации с цинком и молибденом отмечено достоверное повышение содержания золы – по отношению к фоновому варианту прибавка составила 20%, 13% и 10% соответственно.

В условиях почвенной засухи также как и в оптимальных условиях все изучаемые препараты дали достоверный положительный эффект на показатели урожайности, содержания протеина и клейковины. Прибавка сбора зерна выросла на 31 – 79% в зависимости от применяемого препарата. Прибавка содержания протеина находилась в диапазоне 44 – 69%. А прибавка содержания клейковины колебалась в пределах 72 – 80%.

Под влиянием же почвенного переувлажнения положительное влияние на урожайность оказали гуминоминеральный препарат (+77%), комбинация с селеном (+65%), комбинация с кремнием (+85%) и комбинация с молибденом (+38%). Однако показатели качества оказались несколько ниже фоновых значений.

Заключение. Таким образом изучаемые препараты оказали значительное положительное влияние на урожайность и основные показатели качества зерна яровой пшеницы в оптимальных условиях водообеспечения и в условиях почвенной засухи.

В условиях переувлажнения почвы, не смотря на снижение значений основных показателей качества зерна, практически все изучаемые препараты повысили урожайность яровой пшеницы.

Библиографический список

1. Осипов А. И. РОЛЬ УДОБРЕНИЙ В ПЛОДОРОДИИ ПОЧВ И ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. №2.
2. Григорьева Е. О ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТАХ // IACJ. 2020.
3. Kumar S, Kumar S and Mohapatra T (2021) Interaction Between Macro- and Micro-Nutrients in Plants. Front. Plant Sci. 12:665583. doi: 10.3389/fpls.2021.665583
4. Мерзлая Г. Е., Понкратенкова И. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ // Плодородие. 2016. №2 (89).

5. Черников Е.А., Ярошенко О.В., Ушакова Я.В. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ, АГРОХИМИЧЕСКИЕ, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АГРОЗЁМА СТРУКТУРНО-МЕТАМОРФИЧЕСКОГО В УСЛОВИЯХ МОНОКУЛЬТУРЫ САДА // Субтропическое и декоративное садоводство 2025 №92, 195 – 207

6. Sánchez-Palacios JT, Henry D, Penrose B and Bell R (2023) Formulation of zinc foliar sprays for wheat grain biofortification: a review of current applications and future perspectives. Front. Plant Sci. 14:1247600. doi: 10.3389/fpls.2023.1247600

УДК 633.11: 631.89: 631.531.18

ВЛИЯНИЕ ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Зудилин Андрей Сергеевич, аспирант кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ имени П.А. Столыпина, andrey.zudilin2009@yandex.ru

Аннотация: Дражирование семян и опрыскивание посевов озимой пшеницы полифункциональным биопрепаратом обеспечили снижение корневых гнилей по сравнению с контролем и другими удобрениями на 4,5-17,5%. Урожайность зерна при дражировании семян повышалась на 0,10-0,25 т/га или на 4-10 % по сравнению с другими вариантами.

Ключевые слова: дражирование семян, озимая пшеница, урожайность

Переход российского АПК на углеродсеквестрирующие технологии способствует снижению концентрации парниковых газов в атмосфере и, соответственно, сглаживанию резкой нестабильности глобального климата (частые засухи, катастрофическое выпадение осадков, аномальные оттепели зимой и так далее).

Основные направления декарбонизации российского АПК: сокращение выбросов и увеличение поглощения парниковых газов; накопление углерода в обрабатываемом слое почвы; накопление углерода в наземной биомассе агроэкосистем; увеличение доли возобновляемых источников энергии; автоматизация, цифровизация и роботизация производства [1, 2, 3].

Цель исследований – определение оптимального припосевного внесения многокомпонентных полифункциональных органических удобрений с микроэлементами на посевах озимой пшеницы. Объектом исследований являлись растения сорта озимой пшеницы Бирюза. Исследования проводили на опытном поле Самарского ГАУ в 2019-2023 гг.

Фактор А - удобрения - вносили при посеве из сеялки в рядок на семенное ложе: А1 – контроль (без удобрений); А2 - 100 кг/га нитроаммофоски («16:16:16»); А3 - 200 кг/га удобрения «Диатомит + Зола древесная + Калий органический»; А4 - 200 кг/га многокомпонентного органического удобрения «Диатомит + Зоогумус + Зола древесная = 50:40:10» («ДЗгЗ»); А5 - 200 кг/га удобрения «Диатомит + Фитоспорин + Гумат калия»; А6 - 100 кг/га многокомпонентной органической смеси с функциями микроудобрения, стимулятора, фунгицида и бактерицида, в виде предпосевного дражирования семян; А7 - 200 кг/га многокомпонентного органического удобрения «Цеолит + Эфлюент + Гумат калия = 70:30» («ЦЭГк»);.

Фактор В - поперек внесения удобрений проводилось опрыскивание препаратами во время вегетации по листу: В1 - контроль; В2 - пестициды в виде фунгицида и инсектицида; В3 - многокомпонентные полифункциональные биопрепараты с функциями удобрения, биостимулятора и фунгицида.

Пестициды и биопрепараты каждый год исследований применялись в виде двух обработок в фазы кущения и колошения.

В среднем, годовая сумма осадков за 2018 - 2023 гг. превышала среднемноголетние данные на 28,5%. Однако, значительное увеличение количества осадков наблюдалось в период декабрь - апрель, превышение над среднемноголетними показателями составило 101,4%! Тогда как в период активной вегетации полевых культур май - август выпало всего 89,6% среднемноголетней нормы. Среднегодовая температура воздуха за 2018 - 2023 гг. превышала среднемноголетнюю норму на 71,1%! Причем, увеличение средней температуры наблюдалось во все периоды: сентябрь - ноябрь - на 40,5% (что отрицательно сказывается на посеве озимых культур, их начальном росте и развитии), декабрь - апрель - на 62,0% (с большим количеством оттепелей и резкими колебаниями температуры, что значительно ухудшает условия перезимовки озимых), май - август - на 9,4% (что в сочетании со снижением количества осадков на 10,4% резко повышает аридность вегетационного периода, особенно для яровых культур).

Корневые гнили широко распространены во всех районах, где возделываются зерновые культуры, поражают озимую и яровую пшеницу, рожь, ячмень, злаковые травы, в меньшей степени – овес.

Корневые гнили вызывают несколько видов фитопатогенных грибов, обитающих в почве, и сохраняющихся в почве, на семенах и растительных остатках. Болезнь является причиной выпадения всходов, уменьшения продуктивной кустистости, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, ухудшения их качества, и в годы сильного развития корневых гнилей потери урожайности могут составлять 15 - 40 % [4, 5].

Основными источниками инфекции всех видов корневых гнилей служат почва, пожнивные остатки, семена. Факторами, усиливающими развитие гнилей, являются нарушение агротехники, несоблюдение севооборотов и высокая степень их насыщенности зерновыми культурами.

Определить степень вредоносности корневых гнилей можно путем обследования посевов, которое проводится два раза за сезон: в фазах кущения и молочной спелости зерна. Корневые гнили – это болезнь растений, ослабленных неблагоприятными факторами среды, например, резкими перепадами температур в начальные и средние фазы развития растений [4, 5].

На озимой пшенице, в среднем по препаратам, многокомпонентные биопрепараты с функциями биозащиты и с микроудобрениями снижали распространенность корневых гнилей на 18,6% по сравнению с контролем А1В1, тогда как обработки пестицидами - только на 7,4% (таблица 1).

Из всех вариантов удобрений наибольшее снижение распространенности корневых гнилей вызывают многокомпонентные удобрения с функциями биофунгицида и биобактерицида (А5 - А7).

Так, удобрение «ДФСПГк» снижает корневые гнили на 26,0 - 34,9%, а дражировочная смесь, которой покрывают семена зерновых перед посевом, на 32,0 - 44,6%. Максимальное снижение - на варианте А7В3: применение дражирования семян и биопрепаратов по вегетации, на 44,6%.

Таблица 1

**Распространенность поражения корневыми гнилями (%)
растений озимой пшеницы (2019 - 2023 гг.)**

Система удобрений (А)	Годы исследований					Среднее	% к контролю
	2019	2020	2021	2022	2023		
Система защиты (В) В1 - контроль							
А1 - контроль	39,5	42,3	37,3	35,5	30,5	37,0	100
А2 - нитроаммофоска	38,0	38,8	34,3	33,1	30,8	35,0	94,6
А3 - ДЗК	35,0	36,9	33,0	30,1	28,7	32,7	88,4

A4 - ДЗгЗ	34,9	35,7	32,1	31,2	25,0	31,8	86,0
A5 - ДФСПГк	30,3	34,4	29,2	27,1	23,3	28,9	78,1
A6 - дражирование семян	25,5	26,6	23,2	21,5	18,7	23,1	62,4
A7 - ЦЭГк	36,7	36,5	35,4	32,1	28,0	33,7	91,1
Среднее						31,7	85,8
B2 - пестициды							
A1 - контроль	35,3	36,7	31,4	30,2	27,6	32,2	87,0
A2 - нитроаммофоска	34,9	36,0	30,1	28,7	28,8	31,7	85,7
A3 - ДЗК	30,4	34,9	27,0	26,9	27,2	29,3	79,2
A4 - ДЗгЗ	30,4	35,6	28,5	26,3	24,5	29,1	78,7
A5 - ДФСПГк	28,0	32,9	27,4	25,4	22,5	27,2	73,5
A6 - дражирование семян	26,5	26,8	23,2	22,4	19,8	23,7	64,1
A7 - ЦЭГк	34,5	35,5	30,5	30,3	27,2	31,6	85,4
Среднее						29,3	79,1
B3 - биопрепараты							
A1 - контроль	33,5	35,6	29,0	28,7	24,5	30,3	81,9
A2 - нитроаммофоска	33,2	32,1	28,5	27,4	25,1	29,3	79,2
A3 - ДЗК	29,7	28,6	25,7	24,9	22,2	26,2	70,8
A4 - ДЗгЗ	25,6	24,0	23,6	30,0	20,7	24,8	67,0
A5 - ДФСПГк	24,5	23,6	20,2	20,1	19,0	21,5	58,1
A6 - дражирование семян	23,8	21,0	19,6	17,8	15,2	19,5	52,7
A7 - ЦЭГк	37,7	40,7	27,6	32,8	23,3	32,4	87,6
Среднее						26,3	71,0

Таким образом, наибольшее снижение распространенности корневых гнилей на озимой пшенице наблюдалось на вариантах с многокомпонентными органическими удобрениями с функциями биофунгицида и биобактерицида и с микроэлементами. Посев дражированными семенами оказался наиболее эффективным для борьбы с комплексом корневых гнилей, так как при дражировании семян происходит биопротравливание, а также микроорганизмы - антагонисты почвенной патогенной микрофлоры сразу попадают в ризосферную зону. Наибольший эффект отмечен при совместном применении дражирования семян и биопрепаратов с функциями биозащиты: снижение распространенности корневых гнилей достигает 47,3% по сравнению с контролем.

Снижение распространенности бурой листовой ржавчины на озимой пшенице и ржи наблюдалось на вариантах с многокомпонентными органическими удобрениями с функциями биофунгицида и биобактерицида и с микроэлементами. Посев дражированными семенами оказался наиболее эффективным для борьбы с бурой ржавчиной, так как при дражировании семян происходит биопротравливание, а также микроорганизмы - антагонисты патогенной микрофлоры сразу попадают в ризосферную зону, откуда микроорганизмы и их метаболиты попадают во все надземные органы растения. Наибольший эффект отмечен при совместном применении дражирования семян и биопрепаратов с функциями биозащиты (A7B3): снижение распространенности бурой листовой ржавчины достигает 46,1% по сравнению с контролем (A1B1) и 42,8% по сравнению с вариантом с минеральными удобрениями и пестицидами (A2B2).

Урожайность является интегральным показателем эффективности применения комплексных удобрений и биопрепаратов, это один из показателей, от которых зависят экономическая и энергетическая эффективности агротехнологий, в том числе в органическом земледелии.

В таблице 2 представлена урожайность озимой пшеницы.

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы, т/га.

Система удобрений (А)	Годы исследований	Среднее	% к

	2019	2020	2021	2022	2023		контролю
Система защиты (В)В1 - контроль							
А1 - контроль	4,71	2,93	2,51	2,75	2,63	3,11	100
А2 - нитроаммофоска	4,88	3,33	2,43	2,98	2,83	3,29	105,8
А3 - ДЗК	4,55	2,87	2,50	2,89	2,79	3,12	100,3
А4 - ДЗгЗ	4,76	2,90	2,85	2,99	2,84	3,27	105,1
А5 - ДФСПГк	4,61	2,85	2,76	2,88	2,71	3,16	101,6
А6 - дражирование семян	4,78	3,13	2,78	2,96	2,89	3,31	106,4
А7 - ЦЭГк	4,70	2,87	2,63	2,81	2,70	3,14	101,0
Среднее						3,20	102,9
В2 - пестициды							
А1 - контроль	4,90	3,12	2,67	3,02	2,77	3,30	106,1
А2 - нитроаммофоска	4,98	3,56	2,78	3,22	2,90	3,49	112,2
А3 - ДЗК	4,89	3,44	2,73	3,17	2,86	3,42	110,0
А4 - ДЗгЗ	4,96	3,55	2,76	3,19	2,93	3,48	111,9
А5 - ДФСПГк	4,91	3,35	2,83	3,10	2,82	3,44	110,6
А6 - дражирование семян	4,97	3,50	2,82	3,24	2,95	3,50	112,5
А7 - ЦЭГк	4,78	3,32	2,74	3,11	2,85	3,36	108,0
Среднее						3,43	110,3
В3 - биопрепараты							
А1 - контроль	4,91	3,10	2,90	3,10	2,65	3,33	107,1
А2 - нитроаммофоска	5,15	4,10	3,33	3,43	2,79	3,76	120,9
А3 - ДЗК	5,02	3,97	3,45	3,45	2,85	3,75	120,6
А4 - ДЗгЗ	5,07	3,95	3,50	3,25	2,98	3,75	120,6
А5 - ДФСПГк	5,10	4,04	3,21	3,44	2,81	3,72	119,6
А6 - дражирование семян	5,26	4,11	3,30	3,39	3,11	3,83	123,2
А7 - ЦЭГк	5,03	3,15	2,99	3,27	2,74	3,44	110,6
Среднее						3,65	117,5

Органические удобрения «ДЗК», «ДЗГЗ» и дражирование семян дают прибавку урожайности примерно на одном уровне с комплексным минеральным удобрением.

Применение биопрепаратов с функциями биозащиты, в среднем, на 8,5% эффективнее контроля А1В1, и на 3,7% эффективнее применения пестицидов (В2). Максимальная урожайность отмечена на варианте А7В3 - на 12,7% выше контроля А1В1.

Библиографический список

1. Могут ли почвы сельхозугодий России влиять на изменение климата? [Электронный ресурс] // URL: <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=12225> (дата обращения: 12.01.2023). – Текст : электронный.

2. Органическое сельское хозяйство – новые возможности. Система и практики ответственного землепользования, устойчивого развития сельских территорий [Электронный ресурс] // URL: https://vgsha.info/wpcontent/uploads/docs/news/2021/02/soyuz_oz/metod_recomend.pdf (дата обращения: 12.01.2023). – Текст : электронный.

3. Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия в России [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/Органическое%20сельское%20хозяйство.pdf (дата обращения: 12.01.2023). – Текст : электронный.

4. Zudilin S., Olenin O., Vasilisko A., Zudilin A. Application of biotechnologies in production of multifunctional biopreparations for organic farming / 20th International

5. Zudilin S., Olenin O., Vasilisko A. The use of biotechnology for the production of organic fertilizers based on diatomite for crop production / 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020, 8-11 December, 2020 // SGEM Vienna Green. 2020. pp. 169-176.

УДК 631.412

ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОГИПСА В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Каракаджиев Алтынбек Сансызбаевич, аспирант кафедры агротехнологии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», alt.karakadzhiev@mail.ru

Аннотация: Исследована эффективность применения фосфогипса как химического мелиоранта для улучшения свойств солонцеватых светло-каштановых почв Астраханской области. Установлено, что внесение фосфогипса в дозах 2–6 т/га способствует снижению объёмной массы почвы до 1,45–1,41 т/м³, и улучшению химических свойств почв.

Ключевые слова: фосфогипс, мелиорация, физико-химические свойства почвы

Введение. Сельское хозяйство в современных условиях сталкивается с многочисленными вызовами, включая стремительное ухудшение качественных характеристик почв, снижение их плодородия и необходимость увеличения урожайности при ограниченных ресурсах [1]. Неудивительно, что исследование методов, позволяющих восстановить деградированные земли и повысить их продуктивность, становится чрезвычайно актуальным. Одним из наиболее перспективных и экологически безопасных решений является применение фосфогипса, являющегося побочным продуктом химической промышленности [2]. Это вещество богато кальцием, серой и фосфором, которые необходимы для полноценного роста и развития растений [3,4].

Астраханская область, где проводились исследования, характеризуется специфическими почвенными и климатическими условиями, что делает применение фосфогипса особенно актуальным. Основной тип почв региона — светло-каштановые аллювиальные почвы, которые подвергаются искушению негативного воздействия различных факторов, включая недостаток воды и питательных элементов. В связи с этим возникла необходимость провести комплексное исследование влияния фосфогипса на агрономические характеристики данных почв.

Цели и задачи исследования. Цель данного исследования заключается в изучении воздействия фосфогипса на агрофизические и агрохимические свойства светло-каштановых почв. Актуальность этого подхода объясняется не только повышением урожайности сельскохозяйственных культур, но и улучшением структуры почвы, что в свою очередь может обеспечить устойчивое земледелие в регионе.

Для достижения данной цели было поставлено несколько задач, включая исследование влияния различных доз фосфогипса на физико-химические характеристики почвы, анализ изменения содержания основных питательных веществ и оценка изменений в структуре почвы.

Материалы и методы исследования. Для проведения эксперимента использовались образцы аллювиально-луговой почвы, отобранные в Астраханской области. В качестве культуры для эксперимента был выбран томат.

Фосфогипс вносился в почву в дозах 2,0, 4,0 и 6,0 тонн на гектар, с контролем, где удобрение не вносилось. Параметры агрофизических и агрохимических характеристик почвы, такие как плотность, содержание гумуса и уровень питательных веществ, оценивались до и после внесения фосфогипса.

Изучение было проведено с использованием стандартных лабораторных и полевых методов, согласно рекомендованным методическим указаниям в области агрономии.

Результаты исследования.

Таблица 1

Агрофизические и агрохимические показатели почвы по вариантам в опыте

Вариант	перед закладкой опыта							после закладки опыта						
	показатели													
	Объемная масса почвы, т/м ³	рН водный, ед. рН	Азот щелочно-гидролизуемый, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Кальций обменный, ммоль/100гр	Гумус, %	Объемная масса почвы, т/м ³	рН водный, ед. рН	Азот щелочно-гидролизуемый, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Кальций обменный, моль/100гр	Гумус, %
1. Контроль	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,55	7,2	38	75	150	>50	1,98
2. 2,0 т/га ФГ	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,45	7,4	40	85	156	>50	2.01
3. 4,0 т/га ФГ	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,41	7,4	45	85	162	>50	2.06
4. 6,0 т/га ФГ	1,2	7,2	43	84	267	41,1	2,02	1,42	7,4	46	90	168	>50	2.1
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-

Результаты проведенных исследований показывают существенное влияние фосфогипса на агрохимические и физические свойства почвы (таблица 1). Анализ данных свидетельствует о том, что внесение мелиоранта в дозах от 2,0 до 5,0 т/га способствовало улучшению большинства изучаемых показателей плодородия почвы.

Наиболее выраженные изменения наблюдались в объемной массе почвы, которая снизилась с исходных 1,2 т/м³ до 1,45–1,41 т/м³ в зависимости от дозы фосфогипса. При этом в контрольном варианте без внесения мелиоранта объемная масса, напротив, увеличилась до 1,55 т/м³, что указывает на процессы уплотнения почвенной структуры. Наименьшее значение данного показателя (1,41 т/м³) было зафиксировано при дозе 4,0 т/га, что свидетельствует о положительном влиянии фосфогипса на структурно-агрегатное состояние почвы.

Реакция почвенной среды характеризовалась незначительным смещением в сторону повышения щелочности во всех вариантах с применением фосфогипса, где значения рН увеличились с 7,2 до 7,4 единиц. В контрольном варианте реакция среды осталась на прежнем уровне.

Содержание щелочно-гидролизующего азота в почве демонстрировало противоположные тенденции в зависимости от варианта опыта. В контроле наблюдалось

снижение данного показателя с 43 до 38 мг/кг, тогда как применение фосфогипса способствовало повышению содержания доступного азота до 40–46 мг/кг.

В контрольном варианте произошло снижение с 84 до 75 мг/кг, в то время как внесение фосфогипса обеспечило увеличение данного показателя до 85–90 мг/кг, при этом наибольшее содержание подвижного фосфора (90 мг/кг).

Содержание подвижного калия существенно варьировало между вариантами опыта. Наиболее значительное снижение данного показателя наблюдалось в контроле – с 267 до 150 мг/кг. Применение фосфогипса позволило сохранить более высокое содержание обменного калия на уровне 156–168 мг/кг, причем отмечена прямая зависимость между дозой мелиоранта и содержанием данного элемента.

Содержание обменного кальция во всех вариантах с применением фосфогипса превысило 50 ммоль/100 г почвы, что значительно выше исходного уровня (41,1 ммоль/100 г) и показателя контрольного варианта. Это свидетельствует об эффективном пополнении почвенного поглощающего комплекса кальцием за счет внесения фосфогипса.

В контроле отмечено незначительное снижение гумуса с 2,02 до 1,98%, тогда как применение фосфогипса способствовало сохранению или даже некоторому увеличению данного показателя до 2,01–2,10%.

Заключение. На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что использование фосфогипса в качестве мелиоратора для светло-каштановых почв Астраханской области представляет собой эффективный способ восстановления их плодородия и повышения урожайности. Применение данного метода может улучшить качество почвы, одновременно помогая сельскому хозяйству справляться с вызовами современности, такими как деградация земель и нехватка ресурсов.

Данное исследование подчеркивает важность внедрения экологически чистых и эффективных методов в агрономию, что в свою очередь может способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства в условиях изменения климата.

Библиографический список

1. Akanova N.I., Vizirskaya M.M., Seregin M.B., Grebennikova T.V. The neutralized phosphogypsum as gypsum-containing meliorant Russian case-study. International agricultural journal. 2019. No. 2. Pp. 12-18.
2. Вильдфлуш И.Р. Агрохимия удобрения и их применение в современном земледелии. Горки: БГСХА, 2019. 405 с.
3. Габибов М.А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 2. С. 40–44.
4. Косодуров К.С., Федотова Л.С., Аканова Н.И., Князева Е.В., Тимошина Н.А. Эффективность применения фосфогипса в севообороте с картофелем // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 3 (363). С. 18–24.

УДК 631.463

ВЫЯВЛЕНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АКТИНОМИЦЕТОВ ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ МОНГОЛИИ

Кондрашова Мария Михайловна, аспирантка 1 года обучения кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kondrashovam@yandex.ru

Селицкая Ольга Валентиновна, к.б.н., доцент, доцент кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, oselitskaya@rgau-msha.ru

Аннотация: Из образцов пустынных и степных почв выделены чистые культуры микроорганизмов, относящиеся к группе почвенных актиномицетов. Произведен анализ изолятов на наличие антагонистических свойств по отношению к некоторым условно-

патогенным микроорганизмам. Предложены возможные пути применения актиномицетов-продуцентов антибиотиков.

Ключевые слова: актиномицеты, антагонистическая активность, пустынные почвы, степные почвы.

Почвенные актиномицеты представляют собой группу микроорганизмов-редуцентов, разлагающие сложные органические полимеры, такие как лигнин, хитин, гумусовые соединения, целлюлоза [3]. Они также являются продуцентами антибиотических соединений, что говорит об их возможности проявлять антагонистическую активность по отношению к различным группам микроорганизмов, например, фитопатогенным грибам и бактериям. В настоящее время одной из приоритетных задач изучения почвенных актиномицетов является выявление продуцентов новых антибиотиков и других продуктов вторичного метаболизма в экосистемах с экстремальными условиями [2].

Целью нашего исследования являлся поиск и выделение чистых культур актиномицетов из образцов почв аридной зоны Монголии, продуцирующих специализированные метаболиты и обладающие антибиотической активностью.

Исследования проводили с чистыми культурами актиномицетов, выделенными из образцов пустынных и степных почв аридной зоны Западной Монголии горизонта A1 на глубине 0-10 см и 0-5 см соответственно. Для выделения чистых культур предварительно проводили посев почвенных суспензий на плотные агаризованные питательные среды, затем из изолированных колоний производили высев чистых культур актиномицетов. Инкубировали посеvy в термостате при температуре 28°C в течение 5-7 дней.

Для культивирования актиномицетов использовали классические элективные питательные среды для данной группы микроорганизмов: Минеральный агар Гаузе №1 (г/л): крахмал растворимый – 20; KNO₃ – 1; KH₂PO₄ – 0,5; MgSO₄ – 0,5; NaCl – 0,5; FeSO₄ – 0,01; агар бактериологический – 20. Овсяный агар (г/л): овсяная мука – 30; агар бактериологический – 15. pH = 7,0 – 7,4 [2]. Для оценки антибиотической активности по отношению к тест-культурам штаммов микроорганизмов использовали питательный агар ГРМ (ПА) производства ФБУН ГНЦ ПМБ п. Оболенск.

Предварительную идентификацию выделенных изолятов проводили на основании морфологических признаков, специфичных для актиномицетов: наличие фрагментации мицелия, образование спор в субстратном и/или воздушном мицелии, наличие спор и спорангиев, в том числе в цепочках. По совокупности данных признаков изоляты были отнесены к семейству *Streptomycetaceae*, предположительно, к родам *Streptomyces* и *Streptoverticillium*. Всего из образцов почв было выделено 17 изолятов, отличных друг от друга по основным морфологическим признакам.

Для оценки антибиотической активности использовали тест-штаммы микроорганизмов из Государственной коллекции патогенных микроорганизмов и клеточных культур (ГКПМ-Оболенск). Всего было использовано 5 тест-штаммов: *Escherichia coli* 3912/41 (O:55/K:59), *Enterobacter cloacae* ГИСК А-186, *Klebsiella pneumoniae* 418, *Bacillus cereus* ATCC 10702 NCTC 8035, *Staphylococcus aureus* Wood 46 ATCC 10832, *Pseudomonas aeruginosa* 27/99. Исследование проводили следующим образом: предварительно производили поверхностный посев изолятов на поверхность питательного агара прямым штрихом на чашку Петри и инкубировали культуры при температуре 28°C в течение 5 дней. Далее к полученным культурам производили посев тестовых культур прямыми перпендикулярными штрихами, слегка касаясь линии роста изолята. Инкубировали посеvy при температуре 37°C в течение 48 часов. Степень антибиотической активности оценивали по длине зоны ингибирования роста тестовых культур по отношению к выделенным изолятам [3]. Зоны подавления роста измеряли вручную с точностью до ±1 мм с использованием счётчика колоний Funke Gerber Colony Star («Funke Gerber», Германия) с квадратной разметкой на счётной пластине 1 см² и 1/9 см².

Среди всех выделенных чистых культур актиномицетов 6 изолятов в разной степени проявили антагонистическую активность по отношению к тест-культурам. Пример наличия выраженной антагонистической активности выделенного изолята представлен на рисунке 1. Изоляты, проявившие антибиотические свойства, были выделены из образцов пахотного горизонта пустынных почв. Все изоляты проявили антагонистическую активность по отношению к тест-культуре *Staphylococcus aureus* Wood 46 ATCC 10832, 3 изолята – к тест-культуре *Bacillus cereus* ATCC 10702 NCTC 8035. По отношению к тест-культурам *Escherichia coli* 3912/41 (O:55/K:59), *Enterobacter cloacae* ГИСК А-186, *Klebsiella pneumoniae* 418 антагонистическую активность проявил только один изолят с наиболее выраженной общей антагонистической активностью. По отношению к *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 культуры актиномицетов не проявляли антагонистической активности.

В ходе исследования установлено, что представители актиномицетов почв аридной зоны Западной Монголии способны проявлять антагонистическую активность по отношению к условно-патогенным микроорганизмам. Данные представители имеют широкий потенциал в качестве продуцентов вторичных метаболитов, которые могут быть применены в различных отраслях биотехнологии, медицине и сельском хозяйстве, в частности, в процессе создания биологических препаратов для защиты растений от фитопатогенных микроорганизмов [2].

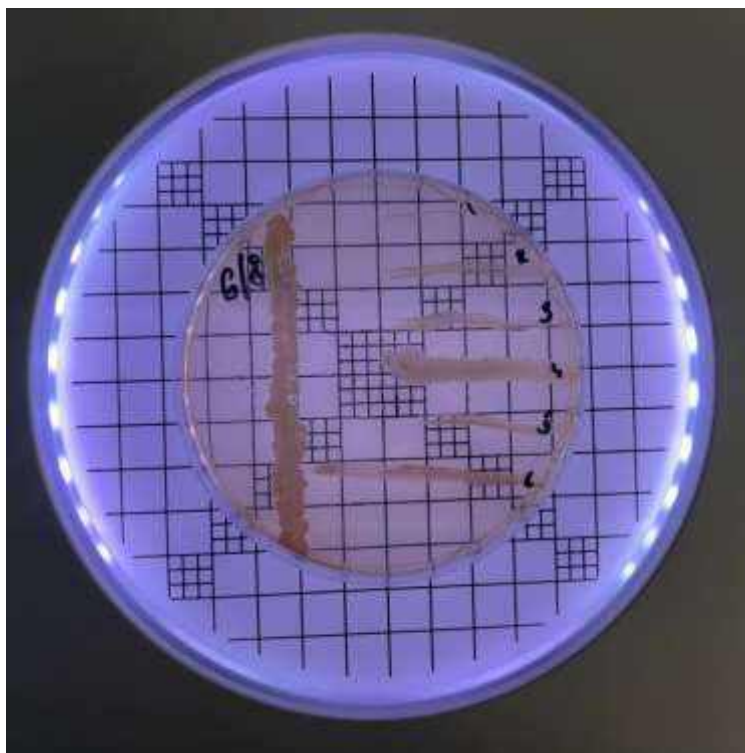


Рис. 1 Антибиотическая активность представителя семейства *Streptomycetaceae* по отношению к условно-патогенным микроорганизмам (тест-культуры: 1 - *Escherichia coli* 3912/41 (O:55/K:59), 2 - *Enterobacter cloacae* ГИСК А-186, 3 - *Klebsiella pneumoniae* 418, 4 - *Bacillus cereus* ATCC 10702 NCTC 8035, 5 - *Staphylococcus aureus* Wood 46 ATCC 10832, 6 - *Pseudomonas aeruginosa* 27/99)

Библиографический список

1. Иркитова, А. Н. Оптимизация метода определения антагонистической активности пробиотических бактерий / А. Н. Иркитова, Е. С. Яценко // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. — 2017. — № 5(19). — С. 113-117. — EDN YSFAZI.
2. Норовсурэн Ж., Сапармырадов К., Филимонова М.Н., Гаспарян

И.Н. Экофизиологические особенности актиномицетов в пустынной почве Монголии // Плодородие. — 2022. — № 6 (129). — DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.26

3. Поляк Ю.М., Сухаревич В.И. Выявление и регуляция антагонистических свойств почвенного актиномицета *Streptomyces* sp. 89 // Известия РАН. Серия биологическая. — 2021. — № 5. — С. 547–555. — DOI: 10.31857/S1026347021050127

УДК 631.4

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПОД КАРТОФЕЛЕМ И ОЗИМОЙ РОЖЬЮ В УСЛОВИЯХ СВЕРХ ДЛИТЕЛЬНОЙ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Коржов Иван Владимирович, аспирант второго года обучения кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ivan_korzhov@mail.ru

Козлов Андрей Владимирович, д.б.н., доцент, заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a_v_kozlov@mail.ru

Аннотация: Проанализировано влияние способов возделывания культур, озимой ржи и картофеля, бессменным способом и в севообороте на процессы синтеза и распада сложных органических соединений, связанных с циклом углерода, путем изучения ферментативной активности инвертазы, целлюлазы и протеазы, в дерново-подзолистых почвах Длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Определялась активность ферментов на участках с посевами озимой пшеницы, на участках с посевами картофеля, а также на контрольном участке.

Ключевые слова: монокультура, севооборот, ферментативная активность, инвертаза, целлюлаза, протеаза, дерново-подзолистая почва.

Активность ферментов является важной характеристикой биологического состояния почвы. Биотический компонент почвы – микроорганизмы – важнейший ее компонент, определяющий почву как биологическую систему, и влияющий на ее состояние. Биота почвы является важным компонентом круговорота многих биогенных элементов нашей планеты: азота, углерода и др. Микроорганизмы всегда дают реакцию на внешние воздействия, которые происходят в окружающей среде. Антропогенное воздействие, прежде всего влияет на почву, как на биологическую систему. Именно поэтому важно анализировать состояние биоты почвы, которая может быть индикатором экологического состояния почвы. Как наиболее адекватно отражающий изменений свойств почв этот показатель успешно применяется при мониторинге динамики почв в условия естественно-эволюционного развития и в результате антропогенных (агрогенных и техногенных) трансформаций.

Ферменты – биологические катализаторы, которые синтезируются живыми организмами и используются ими для осуществления биохимических превращений в своих организмах и вне их. Почва богата на наличие разнообразного количества ферментов. Разнообразие ферментов, как раз, связано с тем, что почва является благоприятной средой для развития микроорганизмов, которые в свою очередь являются продуцентами ферментов. Но, ферменты в почве синтезируют не только микроорганизмы, также почвенные животные и растений. Все вместе они составляют ферментативную активность почвы.

Ферменты почвы играют важную роль в биохимических процессах, потому что они катализируют множество реакций почвенного цикла. Циклы углерода, азота, фосфора – во многих реакциях принимают участие ферменты. От разнообразия и активности ферментов почвы, зависит состояние почвы, в целом, как системы. Ферментативная активность является своеобразным индикатором устойчивости почвы. Стоит отметить, что любые вмешательства в биологические процессы, которые происходят в почве, например обработка почвы или

внесение удобрений, вызывает отклик у почвенной биоты. Из этого следует, что такой показатель, как ферментативная активность, достаточно быстро реагирует на изменение состояния почвы.

Почвенные ферменты обеспечивают деградацию первичного органического вещества и последующий синтез вторичных метаболитов. Этот процесс способствует мобилизации биогенных элементов и гумификации, что является фундаментальным аспектом биогеохимического цикла. Ферменты, продуцируемые почвенной микробиотой и фауной, играют решающую роль в поддержании плодородия почвы и круговороте веществ в природе.

Для исследования, описываемого в данной работе, были выбраны ферменты, который участвует в ускорении реакций цикла углерода в почве. Так как углерод – элемент, являющийся основой для многих веществ почвы, то цикл углерода влияет на большинство биологических процессов, которые происходят в почве. Главным образом, разложение органического вещества. Активность фермента инвертазы может быть интерпретирована как индикатор интенсивности процессов минерализации органического вещества почвы.

Фермент инвертаза относится к классу гликозидаз и играет важную роль в различных биологических процессах, включая гидролиз дисахаридов и полисахаридов. Инвертаза связывается с молекулой сахарозы и разрывает гликозидную связь между глюкозой и фруктозой, что приводит к образованию свободных моносахаридов. Этот процесс требует наличия воды (гидролиз). Активность инвертазы зависит от различных факторов, включая pH, температуру и концентрацию субстрата. Оптимальные условия могут варьироваться в зависимости от источника фермента [3].

Фермент протеаза, тоже был выбран не случайно. Протеолиз служит пусковым механизмом, включающим все последующие этапы преобразования белков, поэтому протеолитическая активность почвы - важнейшее ее свойство, способствующее круговороту иммобилизованного азота. С протеазой связаны изменение состава органических компонентов и динамика форм азота, которые легко усваиваются растениями [1].

Фермент целлюлаза участвует в расщеплении целлюлозы и активно выделяется почвенными микроорганизмами. К настоящему времени накоплен большой объем знаний о разложении целлюлозы литическими ферментами. Для разрушения целлюлозы до мономера (глюкозы) необходимо взаимодействие нескольких целлюлозолитических ферментов, продуцируемых разными видами микроорганизмов.

Объектами исследования служили образцы почвы, отобранные с опытного поля Длительного полевого опыта РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. С опытных полей образцы почвы отбирали согласно ГОСТ Р 58595-2019. Точечные пробы отбирались буром. Отобранные объединенные пробы помещали в пакеты вместе с этикеткой. Почва опытного участка: дерново-слабоподзолистая, старопашотная (более 200 лет под пашней), от природы кислая и запыляющая. Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию по всему профилю, высокую (20-70%) ненасыщенность основаниями.

Результаты. В работе были проанализированы образцы с нескольких опытных полей Длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева:

Озимая рожь: монокультура и в севообороте;

Картофель: монокультура и в севообороте.

Проведя расчеты, можно выявить некоторые закономерности.

Проанализируем инвертазную активность. Далее будут использоваться единицы измерения инвертазы почвы – мг глюкозы/1 г/24 ч. В вариантах с возделыванием культуры бесспорно можно выделить следующие изменения. Под озимой рожью в варианте с минимальным содержанием азота можно заметить повышение инвертазной активности до 27,25. Это является существенным отличием от контроля (14,35). В варианте с полным набором минеральных удобрений (NPK) и добавлением органических удобрений наблюдалась существенная прибавка в инвертазной активности до 33,62. Вместе с этим, в аналогичных вариантах под картофелем выделили следующее. Вариант с минимальным содержанием удобрений показал значения 48,37, что немного превышает вариант контроля

(44,81). Вариант с полным внесением минеральных и органических удобрений показал 58,10, что существенно превышает показатели варианта-контроля.

В вариантах под севооборотом можно было наблюдать иную картину. Под озимой рожью вариант с минимальным внесением минеральных удобрений и вариант с внесением полного комплекса минеральных и органических удобрений оказались близкими по значениям – 18,85 и 20,83 соответственно. Данные значения существенно превышают показатели контроля (7,62).

В вариантах с картофелем под севооборотом все три показателя оказались близкими по значению. В варианте с минимальным внесением минеральных удобрений определили инвертазную активность на уровне 5,31, тогда как в варианте с полным комплектом минеральных и органических удобрений значения достигли 7,11. Данные значения несильно отклоняются от контроля (5,31).

Активность протеазы менялась по схожим траекториям. Далее будут использоваться единицы измерения инвертазы почвы – мг глицина/1 г/24 ч. Внесение минимального количества удобрений при бессменном возделывании озимой ржи, практически не дало результата. Показатель протеазной активности составил 1,44 по отношению к 1,26 (контроль). Под севооборотом результаты схожи. Показатель 2,91 при внесении минимального количества удобрений к 2,36 (контроль). Небольшую прибавку к активности фермента дало внесение полного комплекса минеральных и органических удобрений. Под севооборотом показатель составил 8,03, тогда как при бессменном возделывании всего 6,54. Под картофелем данные показателя при внесении полного комплекса удобрений при бессменном возделывании составил 8,81 при контроле 3,18, под севооборотом 10,19 при контроле 4,05.

Проанализировав активность фермента целлюлазы, можно сделать следующие выводы (далее будут использоваться единицы измерения целлюлазы почвы – мкг глюкозы/10 г/48 ч). Внесение минимального количества удобрений при бессменном возделывании озимой ржи дало результат в 68,29 единиц, при контроле в 46,12. Тогда как применение полного комплекса удобрений показало показатель 92,51. Под севооборотом показатели были ниже. При внесении комплекса минеральных и органических удобрений показатель вырос до 79,19 при контроле в 17,23 единиц. Под картофелем при бессменном посеве при внесении минимального количества удобрений показатель составил 36,54 при контроле в 22,10. Тогда как при внесении полного комплекса удобрений был получен показатель 54,01, что значительно выше контроля. Под севооборотом показатель целлюлазной активности при внесении полного комплекса удобрений составил 32,27, при контроле в 9,46 единиц.

Можно сделать вывод, что внесение полного комплекта удобрений благоприятно влияет на развитие почвенной микробиоты и стимулирует ее активность. Следовательно, показатели ферментативной активности повышаются. Также, можно сделать выводы, что возделывания культур в севообороте снижает активность ферментов инвертаза и целлюлаза. При этом активность фермента протеаза увеличивается.

Библиографический список

1. Белоусова, Е. Н. Оценка протеазной активности чернозема выщелоченного при минимализации обработки / Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной заочной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2015 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. – С. 3-5.
2. Козлов А.В. Методы почвенной микробиологии и энзимологии в экосистемных исследованиях. – М.: Плодородие, 2023. – 152 с.
3. Магда Е.В., Мазиров М.А., Зинченко М.К. Активность каталазы и инвертазы при различной интенсивности механической обработки почвы // Владимирский земледелец, 2022. №2 - С. 24-30.

ОТ КОРМА К КОДУ: ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСТРАКЦИИ ДНК МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА СИЛАЖА

Кривонуск Екатерина Юрьевна, аспирантка 1 года института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, м.н.с. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», ekaterinakrivonusk@gmail.com

Научный руководитель: **Волобуева Ольга Гавриловна**, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ovolobueva@list.ru

Аннотация. Модифицированная методика экстракции ДНК из ферментированных кормов показала высокую эффективность. В качестве объекта исследования использовался образец силaja из люцерны сорта Вега 87. Экстракцию ДНК проводили из смыва модифицированным SDS-методом.

Ключевые слова: силаж, экстракция ДНК, 16S рРНК, микробное сообщество.

Цель исследования: оптимизировать способ выделения ДНК микробного сообщества силaja.

Изучение микробного состава ферментированных кормов имеет важное значение для контроля их качества, повышения продуктивности животноводства и гарантии безопасности продукции. В процессе ферментации участвуют разнообразные микроорганизмы — бактерии, дрожжи и плесневые грибы. Их активность напрямую воздействует на пищевую ценность, сроки хранения и стабильность кормов.

Объектом исследования служил образец силaja из люцерны сорта Вега 87.

Выделение ДНК проводилось из смыва силaja. Для этого плотно набитую колбу заливали стерильной дистиллированной водой, равномерно перемешивали содержимое на шейкере в течение 30 минут. Далее отбирали по 1 мл в пробирки типа эппендорф и центрифугировали 2 минуты при 14,5 тыс. об. Аккуратно сливали надосадочную жидкость. Снова отбирали 1 мл смыва и повторяли вышеизложенную процедуру еще 3 раза, таким образом концентрируя осадок. Выделение ДНК проводили модифицированным SDS-методом, разработанным в лаборатории молекулярно-генетических исследований кормовых культур ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» [1].

Для того, чтобы подтвердить, что выделилась именно бактериальная ДНК, была проведена ПЦР-амплификация гена бактериальной 16S рРНК с использованием следующих праймеров: 63f - 5'-AGGCCTAACACATGCAAGTC-3', 1087r - 5'-CTCGTTGCGGGACTTACCCC-3' [2]. Ген, кодирующий 16S характерен для всех бактерий и архей, известных на сегодняшний день. Полученные ПЦР-продукты разделяли в 1.6%-ном агарозном геле при 90 V в течение 2 часов, а затем с помощью программного обеспечения Image Lab version 6.0.1 («Bio-Rad», США) определяли их размеры в сравнении с маркером молекулярного веса ДНК-маркер Step100 Long («Biolabmix», Россия).

На рисунке 1 представлена электрофореграмма по результатам амплификации образцов силaja.

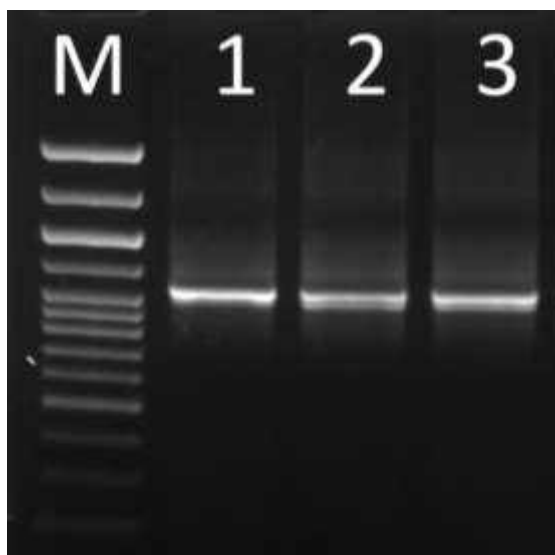


Рис. 1 Электрофореграмма продуктов ПЦР силжа люцерны:
М – маркер; 1, 2, 3 – опытные образцы

Длина ПЦР-фрагмента, полученного при амплификации со специфичным для микроорганизмов праймером, составила примерно 1000 п.н., что соответствует литературным данным [3].

Таким образом, модифицированный метод выделения ДНК из образцов ферментируемых кормов оказался эффективным и позволил получить бактериальную ДНК, пригодную для ПЦР-анализа.

Библиографический список

1. Клименко И.А., Антонов А.А., Душкин В.А., Шамустакимова А.О., Мавлютов Ю.М. Эффективный способ выделения ДНК для ПЦР-анализа из «балк-образцов» проростков // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 29–48. – URL: <http://www.adaptagro.ru>
2. Ильина Л.А. и др. Новый метод анализа микрофлоры силоса // Научное обеспечение кормопроизводства и его роль в сельском хозяйстве, экономике, экологии и рациональном природопользовании России / под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова, Н.И. Георгиади. – М.: Угрешская типография, 2013. – С. 296.
3. Maçik M., Gryta A., Sas-Paszt L., Frac M. The Status of Soil Microbiome as Affected by the Application of Phosphorus Biofertilizer: Fertilizer Enriched with Beneficial Bacterial Strains // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – Vol. 21, iss. 21. – Art. 8003. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21218003>

УДК 631.87

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯНТОВ И ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСТА И РАЗВИТИЯ НУТА

Крылова Марина Федоровна, аспирант 2 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Mari-masalova@yandex.ru

Аннотация: Проведена оценка влияния предпосевной обработки семян нута сорта Аватар и сорта Золотой юбилей иштаммами (522, 527, 2113) микробиологических препаратов и защитно-стимулирующего комплекса (ЗСК) на продуктивность и морфометрические показатели растений в вегетационном опыте.

Ключевые слова: нут, Аватар, Золотой юбилей, микробиологические препараты, защитно-стимулирующий комплекс, элементы продуктивности, клубеньки.

Нут (*Cicer arietinum*), также известный как турецкий горох или chickpea, представляет собой ценную зернобобовую культуру, которая обладает рядом уникальных полезных свойств и играет важную роль на мировом продовольственном рынке.

По посевным площадям в мировом масштабе нут находится на третьей позиции среди зернобобовых культур. Общая площадь его культивирования уже вышла за пределы 13 миллионов гектаров. В Российской Федерации под нут отведено около полумиллиона гектаров. Главными регионами, где выращивают эту культуру, являются Среднее и Нижнее Поволжье, Уральский регион, Западная Сибирь и Северный Кавказ [2].

На количественные и качественные показатели продуктивности нута оказывают влияние складывающиеся почвенно-климатические условия и применяемые агротехнические приемы [5]. Одним из важных элементов в управлении продукционного процесса бобовых культур является использование микробиологических препаратов совместно с различными регуляторами роста растений. Проведение обработки семян позволяет дать хороший старт для культуры на ранних этапах развития, обеспечить ее в последующем биологическим азотом и увеличить продуктивность биометрических показателей [1].

Несмотря на преимущества предпосевной обработки семян нута, все же существуют свои особенности в построение эффективного бобово-ризобияльного симбиоза. Для того чтобы добиться нужного биологического эффекта, необходимо провести грамотное сочетание между сортовыми особенностями нута и различными биологическими и химическими препаратами. Только после проверки совместимости, данный технологический элемент можно внедрять в производство и в дальнейшем масштабировать.

В связи с вышеизложенным, становится актуальна разработка устойчивых сорто-микробных систем нута и повышение их функционирования за счет использования полифункциональных регуляторов роста.

Цель исследования – изучить действие инокулянтов и защитно-стимулирующего комплекса на морфометрические показатели нута.

Методика. Для достижения поставленной цели был проведен вегетационный опыт.

В опыте использовались сорта нута – Аватар и Золотой юбилей. Сорт Аватар включен в Госреестр по Центрально-Черноземному региону. Растение средней высоты (45-65 см), содержание белка до 22%, средняя урожайность составляет 28,2 ц/га. Сорт нута Золотой юбилей включен в Госреестр для всех зон возделывания культуры, получен путем индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания сорта Юбилейный/к-2405. Куст прямостоячий, средней высоты (32-60 см), содержание белка – 27,7%. Средняя урожайность 16 ц/га [5].

В качестве инокулянта был использован Ризоторфин на основе бактерий рода *Mesorhizobium cicer* (штамм 522, штамм 527, штамм 2113). Штаммы были предоставлены ВНИИСХМ (Санкт-Петербург).

Для стимуляции ростовых процессов применялся защитно-стимулирующий комплекс (ЗСК), который представляет дрожжевой экстракт, полученный путем микробиологической ферментации. В его состав входят биологически активные вещества – аминокислоты, фитогормоны, элементы питания, витамины и гуминовые кислоты. ЗСК был предоставлен профессором, доктором сельскохозяйственных наук Белопуховым Сергеем Леонидовичем.

В опыте использовались сосуды с дренажными отверстиями. Техника набивки сосудов заключалась в следующем. В каждый сосуд засыпалась воздушно-сухая почва, заранее просеянная и гомогенизированная. Масса почвы в каждом сосуде составляла 5 400 г. Почва, используемая в эксперименте – дерново-подзолистая среднесуглинистая, имела следующие агрохимические показатели: низкое содержание гумуса (по Тюрину) – 2,1%, общего азота – 0,1%, имела средний уровень обеспеченности подвижным фосфором – 60 мг/кг и низкое содержание подвижного калия – 50 мг/кг по (Кирсанову), $pH_{(сол)}$ – 5,3. После

набивки сосудов, почва увлажнялась и на поверхность раскладывались семена нута в количестве 10 шт./сосуд. Обработка семян нута Ризоторфином и защитно-стимулирующим комплексом проводилась в день посева. Далее поверхность сосуда засыпалась тонким слоем чистого кварцевого песка, для лучшего проращивания семян.

Измерение высоты растений проводилось непосредственно в сосудах при помощи мерной ленты. Замер высоты нута осуществлялся в основные фазы развития культуры, 10 растений с варианта. Повторность опыта 5-ти кратная. После измерения высоты культуры, эти же растения использовались для измерения массы. Для этого проводилось извлечение растений из сосудов, отмывалась корневая система, подсушивались с использованием сухих салфеток и осуществляли взвешивание на лабораторных весах. Изучение симбиотического аппарата проводилось в фазу развития нута – созревание. Учет массы корней, количество и массы клубеньков проведен в сыром состоянии растений, после тщательной подготовки.

Постановка опыта и его проведение осуществлялось в вегетационном домике К.А. Тимирязева на базе РГАУ-МСХА. За основу постановки опыта бралась методика агротехнических исследований ВНИИМК [3]. Для статистической обработки полученных данных использовался программный пакет STATISTICA.

Результаты и их обсуждение. В вариантах с применением микробиологических препаратов, масса клубеньков составила 0,23 г на 1 растение (табл.1). Включение ЗСК к Ризоторфину на сорте Аватар увеличило массу клубеньков на 0,07 г или на 33 %. Совместная обработка семян защитно-стимулирующим комплексом и Ризоторфином на сорте нута Золотой Юбилей увеличила массу клубеньков на 0,05 г на 1 растение или на 50 % по отношению к вариантам с обработкой семян нута различными штамма бактерий. Максимальная масса клубеньков (0,35 г) установлена варианте ЗСК+527 сорт Аватар. Масса корней в варианте с обработкой семян сорта Аватара была выше в среднем в 2 раза, а сорта Золотой юбилей на 1,4 раза относительно варианта без обработки.

Таблица 1

Влияние инокулянтов и защитно-стимулирующего комплекса на характеристики симбиотического аппарата (с 1 растения)

Сорт	Вариант	Масса корней с клубеньками, г.	Масса клубеньков, г.	Кол-во клубеньков, шт.
Аватар	Контроль	0,9±0,02	-	-
	522	1,7±0,01	0,24±0,01	13±1,4
	527	1,8±0,02	0,24±0,02	14±1,7
	2113	1,5±0,03	0,21±0,01	12±2,1
	ЗСК	1,3±0,03	-	-
	ЗСК+522	1,9±0,02	0,30±0,02	14±1,5
	ЗСК+527	2,2±0,04	0,35±0,02	18±1,2
	ЗСК+2113	1,6±0,03	0,27±0,03	13±1,9
Золотой юбилей	Контроль	1,9±0,03	-	-
	522	2,2±0,04	0,08±0,01	4±0,9
	527	2,4±0,02	0,13±0,01	7±1,2
	2113	2,4±0,02	0,10±0,02	5±1,4
	ЗСК	2,3±0,01	-	-
	ЗСК+522	2,8±0,03	0,14±0,02	9±1,2
	ЗСК+527	3,1±0,02	0,17±0,03	11±1,8
	ЗСК+2113	3,0±0,02	0,15±0,02	11±1,5

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что обработка семян нута как отдельно микробиологическими препаратами, так и совместно с защитно-

стимулирующим комплексом, оказывает существенное влияние на продуктивность и морфометрические показатели растений нута.

Использование в чистом виде ЗСК при обработке семян нута является малоэффективным приемом в целях создания симбиотического аппарата нута и изменения продукционного процесса растений.

Библиографический список

1. Волобуева О.Г. Биопрепараты и регуляторы роста как фактор повышения эффективности бобово-ризобияльного симбиоза // Сахар. – 2023. – № 7. – С. 40–47. DOI: 10.24412/2413-5518-2023-7-40-47. EDN: DOJAYZ.
2. Гринько А. В., Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и водопотребления нута в богарных условиях // // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4 (32). – С. 92–98.
3. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. — 538 с.
4. Мировой рынок нута: статистика производства по странам мира // Экспертно-аналитический центр агробизнеса. <https://ab-centre.ru/news/mirovoy-rynok-nuta-statistika-proizvodstva-po-stranam-mira>
5. Сычев В.Г., Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н. Усовершенствованные агротехнологические приемы возделывания нута // Плодородие. – 2023. – № 2 (131). – С. 34–37. DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.08. EDN: GOWWGF.

УДК 631.416.8

АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Кубасова Мария Сергеевна, главный агрохимик отдела радиологических и токсикологических исследований Ярославского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба», kubasovamascha@yandex.ru

Худошина Наталья Владимировна, начальник отдела мониторинга почв, проведения полевых опытов и применения средств химизации Ярославского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба», natalya-zee2013@yandex.ru

Аннотация: для выработки оптимальной и наиболее успешной системы землепользования благоразумно проведение агрохимического и экологотоксикологического обследования почвы на начальном этапе использования земель.

Ключевые слова: агрохимическое обследование, пахотный горизонт, почвенное плодородие, макроэлементы, микроэлементы, кислотность.

Древнегреческому философу Гиппократу принадлежит выражение «Ты то, что ты ешь». Времена идут, но это выражение актуально и по сей день. Люди все чаще обращают внимание на фермерские продукты, которые выращены без химии, без удобрений, на естественной ненарушенной почве, вдали от заводов.

Однако, удобрения, мелиоранты становятся опасными для растений, людей и экологии при их неправильном и неразумном применении, при несоблюдении правил и времени обработки почвы.

На просторах сети интернет, в журналах, пабликах по садоводству, ведению огорода люди находят информацию по увеличению урожайности выращиваемых культур, а также сохранению от вредителей. На практике же не всегда рекомендации соблюдаются в нужной степени, и учитываются различия в почвенном плодородии, кислотности почвы,

обеспеченности элементами, или используются усредненные данные, приведенные в справочнике.

В пределах даже небольшого земельного участка могут отличаться почвенные условия, и использовать усредненные данные по региону для выбора удобрений не корректно. Для представления реальной картины почвенного потенциала необходимо проводить агрохимическое обследование почвы [1, 2]. На примере данных, полученных при проведении ежегодного мониторинга состояния реперных участков Ярославской области мы еще раз в этом удостоверимся.

Для решения вопросов, локального мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Ярославской области ФГБУ ГСАС «Ярославская», в 2024 году продолжились наблюдения на 10 реперных участках (РУ), охватывающих 8 районов области. Исследования на реперных участках проводятся согласно Методическим указаниям по проведению локального мониторинга на реперных участках.

Почвы реперных участков расположены в южнотаёжной лесной зоне, средне-русской южнотаёжной лесной провинции, по типу дерново-подзолистые от легко-суглинистых (РУ-6, РУ-9, РУ-12, РУ-14) до средне-суглинистых (РУ-1, РУ-3, РУ-4, РУ-20), а также супесчаные (РУ-2, РУ-15).

Для определения показателей почв используются следующие методики: ГОСТ Р 58595-2019 (отбор проб почв), ГОСТ 26213-2021 (органическое вещество), ГОСТ Р 54650-2011 (подвижный фосфор и калий), ГОСТ 26212-2021 (гидролитическая кислотность), ГОСТ 26487-85 (обменный кальций и магний), ГОСТ 26483-85 (рН солевой вытяжки), ГОСТ 26951-86 (нитраты), ГОСТ 26489-85 (обменный аммоний), ГОСТ 26490-85 (подвижная сера), ГОСТ 26485-85 (подвижный алюминий), ГОСТ 26950-86 (обменный натрий), ГОСТ 27395-87 (подвижное железо), ГОСТ Р 50688-94 (бор, молибден), ГОСТ Р 50684-94 п.6.2 (медь), ГОСТ Р 50686-94 п.6.2 (цинк), ГОСТ Р 50682-94 п.6.2 (марганец), ГОСТ Р 50687-94 п.6.4 (кобальт), МУ МСХ ЦИНАО, 1993 (мышьяк), МУ №4242-87. М.ЦИНАО, 1992 (ртуть), ФР.1.31.2012.13573 (медь, цинк, хром, никель, свинец, кадмий), МИ ГНМЦ ВНИИФТРИ, 2004 (стронций – 90), МИ ГНМЦ ВНИИФТРИ, 2003 (цезий-137, калий-40, торий-232, радий-226).

В результате исследования пахотного горизонта почв реперных участков по содержанию макроэлементов и микроэлементов мы получили данные, представленные в таблице 1.

Полученные результаты наглядно подчеркивают неоднородность в обеспеченности почв элементами. Мы разделили почвы по степени окультуренности на (по Сафонову А.Ф., 2011): слабоокультуренные (РУ-2, РУ-4, РУ-12, РУ-14, РУ-15), окультуренные (РУ-3, РУ-6, РУ-9, РУ-20), высокоокультуренные (РУ-1). Показатель степени окультуренности складывается из обеспеченности почвы макроэлементами, степени кислотности (рН, H_t), содержания гумуса.

Как мы видим, и в пределах одного района области почвы отличны друг от друга. Также просчитывая средневзвешанное значение по каждому показателю мы усредняем данные, и в результате по некоторым участкам полученные значения существенно отличаются от средних данных. Что еще раз подчеркивает необходимость агрохимического обследования почвы.

В ходе оценки степени окультуренности почвы мы не учитываем содержание подвижных форм микроэлементов в почве. Однако, недостаток их вызывает у растений нарушение питания, приводящее к различным последствиям (в зависимости от недостающего элемента). Микроэлементы поглощаются растениями в малых количествах, увеличение или уменьшение концентрации их внесения сверх оптимальной дозы приводит к угнетению и даже гибели растения. Количество микроэлементов в почве зависит от того на каких почвообразующих породах они сформировались. Так большее содержание

микроэлементов отмечается в почвах легких и средних суглинках, нежели на супесчаных. Важно отметить, что растениям важно наличие

Таблица 1

**Характеристика пахотного горизонта почв реперных участков по содержанию
макроэлементов и микроэлементов за 2024 год**

Район	№ РУ	Гумус, %	Подвижные формы		рН	Нг	Обменные формы			Азот подвижный, мг/кг		Подвижные формы, мг/кг почвы							
			Фосфор	Калий			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺			S	B	Cu	Zn	Mn	Co	Mo	Fe
			мг/кг				мг-экв/100 г почвы			NO ₃	NH ₄	Подвижные формы, мг/кг почвы							
1	2	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ярославский	1	3,14	290	398	6,2	1,26	11,1	4,52	0,5	177,3	3,02	8,6	1,02	5,16	3,69	47	1,46	0,07	437,0
Ярославский	2	1,85	239	74	4,6	3,33	5,0	0,40	0,3	31,1	6,29	7,6	0,45	1,36	1,36	27	0,73	0,09	124,0
Ярославский	3	2,58	387	570	5,0	3,33	8,80	0,92	0,3	80,0	3,0	5,8	0,66	2,44	2,07	39	1,18	0,12	128,0
Переславский	4	2,73	81	105	5,3	2,92	11,1	2,40	0,4	32,7	2,54	5,4	0,84	4,30	0,67	38	1,22	0,16	48,0
Большесельский	6	2,14	665	235	6,6	0,89	8,0	2,56	0,5	24,2	11,13	35,4	1,05	1,73	0,39	44	0,78	0,10	123,0
Ростовский	9	5,17	206	139	6,7	0,83	17,5	4,20	0,5	98,0	3,07	4,3	2,67	7,05	0,46	37	1,40	0,06	43,0
Рыбинский	12	1,06	273	122	4,7	2,86	5,60	1,28	0,3	21,4	1,32	3,8	2,82	2,42	1,92	35	0,97	0,07	90,0
Угличский	14	2,67	131	79	5,7	1,90	9,5	3,40	0,4	11,4	2,45	5,2	1,13	3,60	0,16	33	1,51	0,06	85,0
Некрасовский	15	3,53	47	62	4,7	4,92	6,6	1,00	0,3	10,2	3,08	4,8	0,75	2,99	7,60	37	0,68	0,08	208,0
Любимский	20	2,78	257	188	6,8	5,98	16,1	1,84	0,5	14,3	0,34	0,9	0,76	4,89	1,46	43	1,08	0,04	329,0
Ср. взвешенное		2,77	257,6	197,2	5,63	2,82	9,93	2,25	0,4	50,06	3,62	8,18	1,22	3,59	1,98	38	1,1	0,09	161,5

подвижных элементов. На это оказывает влияние среди прочих факторов такие показатели как кислотность почвы, содержание гумуса.

На обследуемых участках проводились экологотоксикологические исследования, которые показали по радиологическим показателям – мощность дозы гамма-излучения не превышает естественных природных значений и составляет 5-9 мкР/час. Содержание долгоживущих радионуклидов и радиоактивных изотопов в пахотном горизонте почвы не превышает естественных значений и составляет: Стронций-90 – $<0,041 \text{ Ки/км}^2$; Цезий-137 – $0,018-0,062 \text{ Ки/км}^2$; Торий-232 – $6,5-37,87 \text{ Бк/кг}$; Калий-40 – $271-547 \text{ Бк/кг}$; Радий-226 – $6,15-20,15 \text{ Бк/кг}$.

Превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) подвижных (Pb, Cu, Zn, Cd, Ni) и валовых форм (As, Hg) тяжелых металлов не выявлено. Остаточных количеств пестицидов в пробах почв исследованиями не обнаружено.

Полученные результаты подтверждают неоднородность в обеспеченности почвы элементами. Усредненные данные позволяют представить общую картину содержания элементов в зависимости от типа почвы, климатической зоны. Для составления и регулирования системы севооборотов, внесения удобрений и мелиорантов целесообразно проводить агрохимическое обследование почвы не только в крупных хозяйствах, но также и в КФХ, личных приусадебных участках.

На примере исследований почв реперных участков мы убеждаемся, что сложно оценить состояние почвы по некоторым лишь ее показателям. Только их совокупность даст объективную оценку плодородия почвы и позволит разработать комплекс мероприятий по ее улучшению и составить севооборот с учетом особенностей культуры и возможностей почвы.

Для получения безопасной продукции необходимо проводить предварительные исследования почвы на содержание в ней нефтепродуктов, валовых и подвижных форм тяжелых металлов, которые могут потребляться и выноситься возделываемой культурой.

Библиографический список

1. Генин, В. А. Оценка пространственного варьирования агрохимических показателей на отдельном поле / В. А. Генин, Н. В. Клебанович // Агрохимический вестник. – 2018. – № 6. – С. 2-7.

2. Хабибуллин, Д. Ф. Агрохимическое обследование почв / Д. Ф. Хабибуллин // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 110-летию со дня рождения Ивана Сергеевича Кауричева: Материалы конференции, Калуга, 14 декабря 2023 года. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2024. – С. 315-318.

УДК631.363

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ

Кутырева Дарья Евгеньевна, аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, daryakutyreva75@gmail.com

Серегина Инга Ивановна, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, seregina.i.@inbox.ru

Аннотация: В статье представлены результаты изучения влияния различных доз, форм и сроков внесения магневых удобрений на урожайность сои в условиях Орловской области. Установлено, что сочетание твердой и жидкой форм магниевого удобрения АгроМаг позволило максимально реализовать потенциал растений и существенно повысить урожайность сои.

Ключевые слова: магниевые удобрения, соя, урожайность, эффективность.

Введение. Использование магнийсодержащих материалов способствует повышению качества почвы и ее пригодности для выращивания различных сельскохозяйственных культур, благодаря обеспечению долгосрочной доступности магния для растений и снижению кислотности почвы [1,2].

Необходимо определить эффективность применения магниевых удобрений для повышения плодородия серой лесной почвы и продуктивности сои.

Цель исследования - изучить влияние различных доз, форм и сроков внесения магниевых удобрений АгроМаг и АгроМаг АктиМакс на урожайность сои.

Методика исследования. В рамках решения поставленной задачи был заложен полевой опыт в Орловской области. Полевой опыт проводили на посевах сои сорта Алиса. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая характеризуется следующими показателями: содержание гумуса – 3,95%, $pH_{кел}$ 5,2, Нг- 3,1мг-экв/100г почвы, S – 16,0мг-экв/100 г почвы, MgO-2,0мг-экв/100г почвы [3-7].

В качестве минерального фона вносили азофоску 16:16:16. Магний вносили в виде АгроМага в дозах 40 кг/га, 80 кг/га в сочетании с полным минеральным удобрением, а также в виде АгроМага в дозах из расчета 40 кг/га, 80 кг/га в сочетании с подкормкой АгроМаг АктиМакс в дозе 3л/га. Кроме того рассматривался вариант совместного применения фонового варианта совместно АгроМаг АктиМакс в дозе 3 л/га. Контролем являлся вариант без удобрений. Повторность опыта трехкратная.

Все этапы исследования, включая закладку опыта, учеты и наблюдения проводились по общепринятой методике [8].

Полученные данные обрабатывались статистически на персональном компьютере с использованием программы Excel 2016.

Результаты исследования. Согласно результатам опыта внесение магниевых удобрений на темно-серых лесных почвах оказало положительное влияние на урожайность сои. В таблице 1 представлены полученные результаты.

Таблица 1

Таблица 2 – Влияние магниевых удобрений на урожайность сои

Вариант опыта	Урожайность сои, ц/га	Прибавка от контроля	Прибавка от АгроМага
1. Контроль	15,6	-	-
2. Фон-N60P60K60	19,8	4,2	-
3. Фон + АгроМаг, 40 кг/га	21,0	5,4	1,2
4. Фон + АгроМаг, 80 кг/га	21,9	6,3	2,1
5. Фон + АгроМаг, 40 кг/га + АгроМаг АктиМакс, 3л/га	22,8	7,2	3,0
6. Фон + АгроМаг, 80 кг/га + АгроМаг АктиМакс, 3л/га	23,1	7,5	3,3
7. Фон + АгроМаг АктиМакс, 3л/га	21,2	5,6	1,4
НСР05	1,48		

Наименьшая урожайность сои получена в контрольном варианте и составила 15,6 ц/га. Использование полного минерального удобрения позволило увеличить урожай семян до 19,8 ц/га.

Наибольшая урожайность сои была получена в 6 опытном варианте при одновременном внесении в почву твердой и жидкой форм магниевого удобрения АгроМаг. Урожай семян в этом варианте составил 23,1 ц/га. Сочетание твердой и жидкой форм магниевого удобрения АгроМаг обеспечило максимальную прибавку урожайности,

что подтверждает целесообразность комплексного использования различных форм магниевых удобрений.

Достоверная прибавка урожая была получена во всех опытных вариантах. Прибавка урожая относительно контроля составила 4,2-7,5 ц/га, а относительно фонового варианта 1,2-3,3 ц/га.

Закключение. В ходе исследования, было выявлено, что внесение магниевых удобрений на темно-серых лесных почвах оказало положительное влияние на урожайность сои. Одновременное внесение гранулированной формы и листовой подкормки удобрения АгроМаг обеспечило максимальную прибавку урожайности, что подтверждает целесообразность комплексного использования различных форм магниевых удобрений.

Библиографический список

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Фокин С.А., Солнцев П.И. Изучение эффективности магниевых удобрений на основе молотого брусита при возделывании сои // Агрохимический вестник, 2022.-№ 5.- С. 12-15.
2. Аканова Н.И., Козлова А.В., Фокин С.А., Солнцев П.И. Эффективность применения магниевых удобрений при возделывании сои на различных типах почв // Плодородие, 2022.-№ 5.-С. 55-60.
3. ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества.
4. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.
5. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
6. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
7. ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. М., 2019.-194 с.

УДК 632.122.1

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ АМИНОКИСЛОТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУРАХ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Меренков Константин Эдуардович, аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА К.А. Тимирязева, k-merenkov@bk.ru

Серегина Инга Ивановна, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА К.А. Тимирязева, iseregina@rgau-msha.ru

Аннотация: в работе изучено влияние инновационного аминокислотного препарата (собственной разработки) на устойчивость яровой пшеницы к токсическому действию тяжелых металлов в почве. Препарат, содержащий уникальный аминокислотный комплекс, снижает накопление металлов в растениях, улучшает фотосинтетическую активность и повышает урожайность. Полевые испытания подтвердили его эффективность в качестве экологичной альтернативы химическим мелиорантам, что открывает перспективы для применения в сельском хозяйстве на загрязнённых территориях.

Ключевые слова: аминокислоты, яровая пшеница, тяжелые металлы, стрессоустойчивость, почва

Зерновые колосовые культуры, в частности яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), играют определяющую роль в обеспечении продовольственной безопасности и являются основой рациона питания во многих странах мира. Однако возрастающее антропогенное воздействие, связанное с промышленной деятельностью и использованием минеральных удобрений, приводит к загрязнению почв тяжелыми металлами. Их загрязнение негативно влияет на рост и развитие растений, снижает урожайность и качество зерна, а также представляет опасность для здоровья человека и животных, поскольку тяжелые металлы могут накапливаться в сельскохозяйственной продукции. [1,4]

В связи с этим разработка и внедрение эффективных и экологически безопасных методов снижения негативного воздействия тяжелых металлов на сельскохозяйственные культуры является актуальной задачей современной агрохимии и растениеводства. Одним из перспективных направлений является использование аминокислотных препаратов, которые способны повышать устойчивость растений к стрессовым факторам, в том числе к загрязнению ТМ. Аминокислоты играют важную роль в метаболизме растений, участвуют в синтезе белков, ферментов и других биологически активных веществ, а также оказывают защитное действие, связывая и инактивируя тяжелые металлы. [2]

Аминокислотные препараты широко используются в сельском хозяйстве для повышения устойчивости растений к различным стрессовым факторам, таким как засуха, высокие температуры, засоление и загрязнение тяжелыми металлами. В работах ряда российских ученых показано, что применение аминокислотных препаратов способствует улучшению ростовых процессов, повышению содержания хлорофилла в листьях, увеличению активности ферментов антиоксидантной защиты и снижению накопления ТМ в растительной массе. [3,5]

В рамках исследования был разработан инновационный аминокислотный препарат собственной разработки. С целью изучения эффективности препарата в снижении негативного воздействия тяжелых металлов на яровую пшеницу в 2025 году закладываются два вегетационных опыта, проводятся на базе кафедры агрономической, биологической химии и радиологии в вегетационном домике РГАУ-МСХА. В опытах используется яровая пшеница сорта Злата и кукуруза гибрида F1 Утренняя песня.

Аминокислотный препарат вносится путем опрыскивания растений в фазе вегетации. В течение вегетационного периода проводятся наблюдения за ростом и развитием растений, а также отбор проб для определения урожайности и содержания тяжелых металлов в почве и растительной массе. Уборка урожая проводится в фазе полной спелости зерна.

Ожидается, что применение инновационного препарата позволит снизить содержание тяжелых металлов в растительной массе яровой пшеницы сорта Злата и кукурузы гибрида F1 Утренняя песня, повысить устойчивость растений к стрессовым условиям, улучшить показатели фотосинтеза и увеличить урожайность зерна.

Данная работа имеет большое научное и практическое значение, поскольку направлена на разработку и внедрение экологически безопасного и эффективного метода снижения негативного воздействия тяжелых металлов на сельскохозяйственные культуры. Разработанный препарат может быть использован для повышения продуктивности зерновых культур на загрязненных территориях, что позволит обеспечить продовольственную безопасность и снизить риск попадания тяжелых металлов в продукты питания. Кроме того, результаты исследования могут быть использованы для разработки новых агротехнологий, направленных на восстановление загрязненных земель и улучшение экологической ситуации в сельскохозяйственных районах.

Результаты исследования показывают, что использование инновационных аминокислотных препаратов является перспективным направлением повышения устойчивости зерновых культур к стрессовым факторам, в частности к загрязнению почвы тяжелыми металлами. Ожидается, что разработанный в рамках данного исследования

препарат позволит снизить содержание тяжелых металлов в растительной массе яровой пшеницы и кукурузы, повысить урожайность и улучшить качество зерна. Результаты вегетационных опытов, заложенных в 2025 году, позволят оценить эффективность инновационного препарата и определить оптимальные условия его применения. Полученные данные будут использованы для патентования препарата и его дальнейшего внедрения в сельскохозяйственное производство.

Библиографический список

1. Морковкина Г. В., Черникова Н. П. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы при различных условиях минерального питания // *Агрохимия*. – 2022. – № 5. – С. 56–63.
2. Ковальский Ю. Г., Кузнецова Е. В. Оценка сортов яровой пшеницы по устойчивости к накоплению кадмия и свинца // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 4. – С. 45–51.
3. Труфанова М. Н., Голубев А. С. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратами на основе *Bacillus subtilis* на устойчивость к болезням и урожайность // *Сельскохозяйственная биология*. – 2020. – Т. 55, № 3. – С. 574–583.
4. Бакина Н. В., Беленко А. И. Оценка загрязнения почв сельскохозяйственного назначения тяжелыми металлами и разработка мероприятий по снижению их негативного воздействия // *Агроэкология*. – 2018. – № 3. – С. 23–29.
5. Михайлова Л. А., Захарова О. В. Влияние различных доз азотных удобрений на накопление тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы // *Агрохимия*. – 2017. – № 6. – С. 45–52.

УДК 579.66

ТЕМНОВОЕ ПОЛУЧЕНИЕ БИОВОДОРОДА ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ТЕРМОФИЛЬНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Потехина Мария Алексеевна, аспирант 2 курса института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mashery1999@gmail.com

Научный руководитель: **Селицкая Ольга Валентиновна**, к.б.н., доцент кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, oselitskaya@rgau-msha.ru

Научный руководитель: **Литти Юрий Владимирович**, к.б.н., заведующий лабораторией антропогенных мест обитания, ФИЦ Биотехнологии РАН, litty-yuriy@mail.ru

Аннотация: в статье рассматривается актуальная тема переработки отходов агропромышленного комплекса с получением биоводорода путем темновой ферментации. Подробно описано использование термофильной анаэробной бактерии в качестве инокулята и лигноцеллюлозных отходов в качестве субстрата для процесса темнового брожения. Тема, которая раскрывается в данной статье, является очень важной с точки зрения экологии и утилизации отходов с возможностью получения водорода биологическим путем, который может далее использоваться в качестве газообразного топлива. Изучение различных видов микроорганизмов и их особенностей, принимающих активное участие во многих биотехнологических процессах, имеет как фундаментальное научное значение, так и высокое практическое применение.

Ключевые слова: темновое брожение, термофильные микроорганизмы, биоводород, ферментация отходов агропромышленного комплекса, органические субстраты, наночастицы металлов.

В современном мире человечество все больше и больше беспокоится об ухудшении климата, неуклонном росте цен на углеводороды, и конечно же, об опасности для здоровья, которая связана с токсичными веществами, находящимися в воздухе. Ученые прилагают все усилия для создания экологически чистых источников энергии взамен существующего ископаемого топлива. Поскольку энергия является ключевым атрибутом социально-экономического прогресса любой страны, многие правительства вкладывают значительные средства в разработку безопасных и устойчивых технологий производства биотоплива. Благодаря производству биоводорода могут быть решены многочисленные критические проблемы, такие как энергетическая безопасность, экологическая устойчивость и утилизация отходов.

Темновая ферментация (ТФ) - экологически чистый метод переработки органических отходов, позволяющий снизить нагрузку на окружающую среду. Основным продуктом данного процесса является водород, используемый в качестве газообразного топлива. Поскольку ферментативное производство биоводорода является процессом, опосредованным микробами, два ключевых фермента, а именно гидрогеназа и нитрогеназа, являются основными факторами, непосредственно влияющими на ТФ. Субстрат имеет решающее влияние на выработку биоводорода в процессе ТФ. Актуальной в настоящее время является переработка сточных вод, пищевых и сельскохозяйственных отходов, постоянно образующихся в больших количествах на различных производствах. Гидролитические и ацидогенные микроорганизмы, участвующие в ТФ, разлагают биополимеры с образованием более простых соединений, в частности, водорода. Многие исследователи сосредоточили свои усилия на оптимизации его получения. Эффективным способом повышения продукции водорода является предварительная обработка субстрата физическими или химическими методами с целью инактивации или снижения активности водородпотребляющих микроорганизмов, а также оптимизация соотношения C/N за счет совместного сбраживания субстратов различной природы. Применение наноматериалов для повышения биологической активности и извлечения метаболитов при производстве биоводорода методом ТФ также вызывает большой интерес ученых. Более того, наноматериалы могут индуцировать микробный метаболизм при очень низкой концентрации. Например, наночастицы железа с нулевой валентностью все чаще используются для очистки окружающей среды и промышленных сточных вод для удаления хлорированных загрязняющих веществ и тяжелых металлов благодаря своей экологичности и высокой эффективности. Добавление в среду культивирования частиц или растворимых соединений металлов, в том числе, железа, является известным методом усиления гидрогеназной активности и, следовательно, стимуляции продукции водорода [1, 2]. В качестве активных продуцентов водорода могут выступать как чистые, так и смешанные культуры микроорганизмов. Использование монокультур или обогащение сообщества позволяет обеспечить стабильность системы и высокий выход водорода [3].

Целью данной работы является определение оптимальных параметров процесса ТФ смеси распространенных отходов агропромышленного комплекса (пшеничной соломы и свиного навоза) монокультурой *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* SP-H2, включающих предобработку, совместное сбраживание и усиление гидрогеназной активности за счет подбора оптимальной железосодержащей добавки. На первом этапе было выявлено оптимальное соотношение субстратов (соломы и свиного навоза) при совместном сбраживании, изучена эффективность физической (тепловая обработка) и химической (добавление хлороформа и 2-бромэтансульфоната (BES)) предобработки субстратов для последующей ферментации бактерией *T. thermosaccharolyticum* SP-H2. На втором этапе эксперимента для смеси ко-субстратов с наилучшими показателями ТФ было определено наиболее эффективное соединение железа (нулевалентного железа, магнетита и гематита) и его концентрация. Оптимальное соотношение соломы и свиного навоза составило 66:33. Самой эффективной предобработкой оказался тепловой шок

(105°C). Максимальный выход биоводорода составил 22,6 мл H₂/г ОВ. Анализ микробного сообщества сброженной биомассы с различным соотношением С/Н и предобработкой показал разнообразие типичных ацидогенных, гидролитических и синтрофных представителей (*Herbinix*, *Clostridium sensu stricto 1*, *Ureibacillus*, *Tepidimicrobium* и т.д.), что указывает на активное биоразложение лигноцеллюлозного субстрата. Для эксперимента по улучшению продукции водорода наночастицами железа были использованы их концентрации 50, 100, 200, 400 и 800 мг/л. Наилучший выход водорода был получен при добавлении 200 мг/л наночастиц нулевалентного железа. Вышеперечисленные методы оптимизации процесса ТФ, такие как совместное сбраживание соломы и свиного навоза в соотношении 66:33, тепловая предобработка субстрата и внесение 200 мг/л частиц Fe⁰ способствуют эффективной переработки сельскохозяйственных отходов с повышенным выходом биоводорода.

Изучение новых видов термофильных микроорганизмов, помимо фундаментального вклада, имеет большое значения для создания и/или оптимизации биотехнологических процессов. У термофильных микроорганизмов существует большое количество физиологических механизмов для защиты от теплового стресса, и дальнейшее изучение этих микроорганизмов поможет понять не только физиологию, но также каким образом их можно использовать в биотехнологии. Многие биотехнологические процессы протекают при высокой температуре, поэтому изучение термофильных организмов может существенно разнообразить применяемые технологии. Более подробное изучение микроорганизмов, способных участвовать в процессе очистки сточных вод и переработке отходов агропромышленного комплекса поможет усовершенствовать биотехнологический процесс, подобрать оптимальные условия, а также сделать его более экономически выгодным. Чистый энергоноситель биоводород может быть получен с использованием отходов сельского хозяйства, которые являются возобновляемыми по своей природе. Органический субстрат, богатый целлюлозой, является наиболее подходящим сырьем для производства биоводорода путем темновой ферментации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках проекта № 13.2251.21.0173 (идентификационный номер RF----2251.61322X0051)

Библиографический список

1. Promoting dark fermentation for biohydrogen production: potential roles of iron-based additives / Y. Ren [et al.] // Int. J. Hydrog. Energy. – 2022. – Vol. 47, № 3. – P. 1499-1515.
2. Investigating the effects of iron and nickel nanoparticles on dark hydrogen fermentation from starch using central composite design / M. Taherdanak [et al.] // Int. J. Hydrog. Energy. – 2015. – Vol. 40, № 38. – P. 12956-12963.
3. Dark fermentative biohydrogen production from lignocellulosic biomass: Technological challenges and future prospects / J. F. Soares [et al.] // Renew. Sustain. Energy Rev. – 2020. – Vol. 117. – P. 109484.

УДК 631.417

ПРОВИНЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАСЫЩЕНИЯ почв УГЛЕРОДОМ

Прохоров Артем Анатольевич, аспирант 3 г.о., ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Разработаны логистические модели насыщения почв углеродом. Результаты исследования показывают, что для почв, близких к насыщению C_{HF}, следует уделять внимание мерам по защите и накоплению C_{LF}. За счет того, что резерв C_{HF} на таких почвах уже практически заполнен, дальнейший углерод лучше сохранять в виде

защищенного C_{LF} . Напротив, для почв с большим дефицитом насыщения основная стратегия – повышение поступления высококачественной органики с тем, чтобы задействовать неиспользованную емкость структурного пула.

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, свойства почв, денситометрическое фракционирование

В основе оценки насыщения минерал-ассоциативного органического вещества фракции HF лежали несколько гипотез, характеризующих почву как гетерогенную систему, накапливающую твердофазные продукты функционирования (ТПФ) [1,2,4,5]. Исходная гипотеза, проверяемая в рамках построения модели имела вид: "ТПФ-системы почвенного углерода — это динамически возникающие структуры, характеризующиеся регулируемым соотношением углерода LF/HF." Исходно были проверены следующие положения переход углерода $CLF \rightarrow CHF$ — не просто поток, а насыщаемый процесс с нелинейной динамикой, который регулируется внешними факторами.

В результате чего были построены модели накопления углерода тяжелой фракции почвы (CHF) для разных регионов. Согласно концепции углеродного насыщения почвы, минерально-связанное органическое вещество имеет ограниченную емкость накопления, определяемую свойствами почвы. [3] При приближении к этому порогу эффективность дополнительного связывания углерода в HF снижается, и избыток углерода накапливается преимущественно во фракции LF или в нестабильных формах [3]

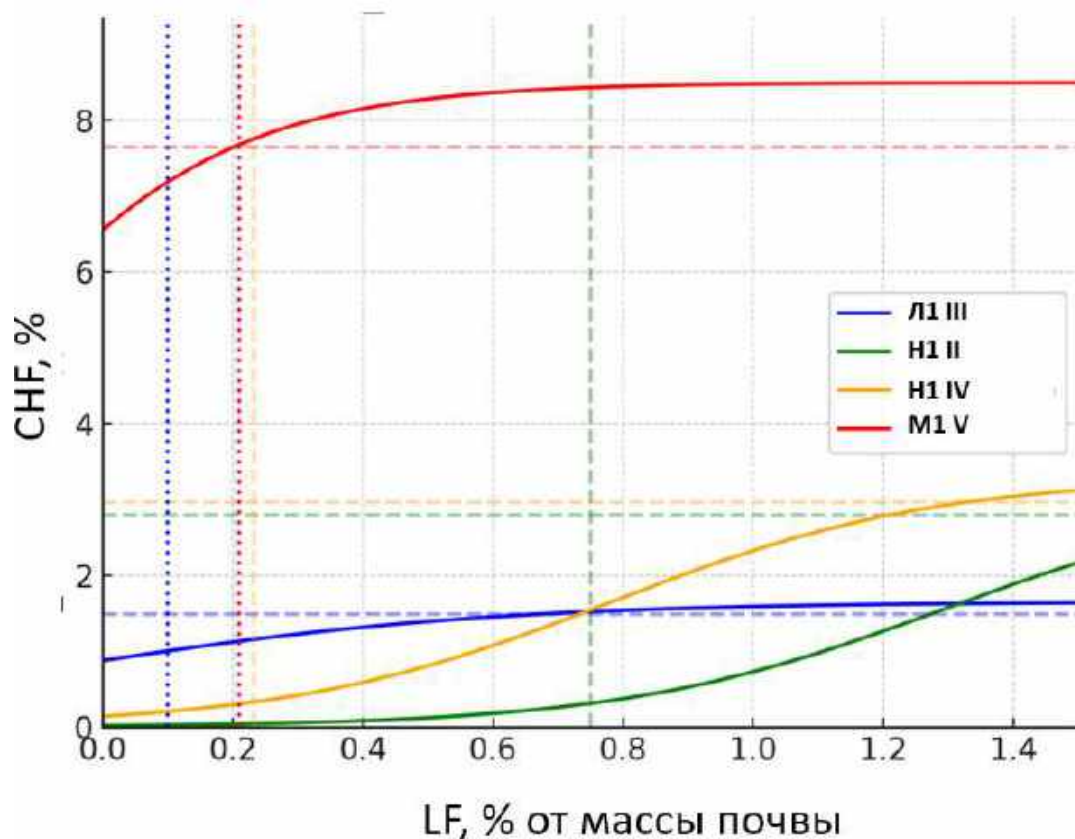


Рис. 1 Визуализация ключевого порога насыщения 90% от CHF при фиксированных условиях LF (Л1 III – Широколиственно-лесная провинция, серые лесные почвы Калужской области; Н1 II – Предкавказская провинция обыкновенные чернозёмы (мицелярно-карбонатные) Ростовской области и республики Кабардино-Балкария; Н1 IV Предкавказская провинция, типичные и выщелоченные мицелярно-карбонатные черноземы Краснодарского края; М1V – Среднерусская лесостепная провинция типичные и выщелоченные чернозёмы Воронежской области)

Анализ пороговых значений показал, что для каждого региона можно определить критическую точку содержания LF, после которой добавление свежего ОВ дает все меньший прирост стабильного углерода. Эти точки составляют порядка 0,2-0,3% для черноземов и 0,1% для серых лесных почв (в пересчете на долю легкой фракции), что согласуется с наблюдениями мировых исследований о существовании порога насыщения C_{HF} [3]. Выявленные насыщаемые модели поддерживают концепцию, согласно которой эффективность углеродной секвестрации максимальна в почвах, далеких от насыщения, и падает по мере заполнения структурных пулов. В частности, в регионах наиболее эффективно дополнительный углерод связывается в H1 II и M1 V (дефицит насыщения), и гораздо менее эффективно – в H1 IV (близок к насыщению) и L1 III (низкая емкость изначально, быстро насыщается).

Результаты исследования показывают, что для почв, близких к насыщению C_{HF} , следует уделять внимание мерам по защите и накоплению LF (так как C_{HF} уже практически заполнен, дальнейший углерод лучше сохранять в виде защищенного C_{LF}). Напротив, для почв с большим дефицитом насыщения основная стратегия – повышение поступления высококачественной органики с тем, чтобы задействовать неиспользованную емкость структурного пула.

Библиографический список

1. Таргульян В.О., Горячкин С.В. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 692 с.
2. Шеин Е. В., Рыжова И. М. Математическое моделирование в почвоведении: учебник. – М. : ИП Маракушев А. Б., 2016. – 377 с. – ISBN 978-5-9908895-0-7.
3. Angst G., Mueller K., Castellano M., Vogel C., Wiesmeier M., Mueller C. Unlocking complex soil systems as carbon sinks: multi-pool management as the key // Nature Communications. – 2023. – Vol. 14. – Article 2967. – DOI: 10.1038/s41467-023-38700-5.
4. Cotrufo M. F., Lavelle J., Zhang Y., Hansen P., Paustian K., Schipanski M., Wallenstein M. In-N-Out: a hierarchical framework to understand and predict soil carbon storage and nitrogen recycling // Global Change Biology. – 2021. – Vol. 27. – P. 4465–4468. – DOI: 10.1111/gcb.15782.
5. Cotrufo M. F., Ranalli M. G., Haddix M., Six J., Lugato E. Soil carbon storage informed by particulate and mineral-associated organic matter // Nature Geoscience. – 2019. – Vol. 12. – P. 1–6. – DOI: 10.1038/s41561-019-0484-6.

УДК 631.41

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ ЭКСТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

Федосеев Алексей Сергеевич, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, as.fedoseev@yandex.ru

Научный руководитель: **Мамонтов Владимир Григорьевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mamontov@rgau-msha.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается изменение различных свойств чернозема типичного при его экстенсивном использовании. Было установлено, что экстенсивное использование чернозема типичного сопровождается его активным дегумусированием, снижением емкости обмена, гидролитической кислотности, а также суммы обменных оснований, однако при переводе его в залежь начинают создаваться более благоприятные условия для процесса гумусообразования, в результате чего свойства почвы начинают восстанавливаться.

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМ ТИПИЧНЫЙ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА, ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ГУМУС.

Введение. Известно, что многие свойства и режимы почвы прямо или косвенно связаны с содержанием и составом гумуса [7]. По сравнению с целинными аналогами в пахотных черноземах содержание гумуса существенно снижается [1, 2, 5, 6, 7]. Обусловлено это резким уменьшением количества растительных остатков, ежегодно поступающих в пахотные почвы, что на фоне постоянных механических обработок, усиливающих аэрацию почвенного профиля, способствует активной минерализации гумусовых веществ [3, 5, 7].

Следствием уменьшения количества гумуса в пахотных почвах являются негативные изменения в почвенном поглощающем комплексе, что проявляется в снижении емкости поглощения и содержания обменного кальция. Уменьшение доли обменных оснований в черноземах обычно сопровождается подкислением реакции среды и увеличением гидролитической кислотности [4, 5, 6].

В результате негативных изменений свойств и режимов старопашотных черноземов обостряется проблема, связанная с ухудшением их эффективного плодородия, что вызывается разными причинами. Поэтому оценка особенностей изменения свойств черноземов при длительном экстенсивном сельскохозяйственном использовании и при нахождении в залежи в течение четко установленного периода имеет важное практическое и научное значение [3, 6, 7].

Цель исследований – изучить влияние характера землепользования на свойства чернозема типичного.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служил чернозем типичный на карбонатном лёссовидном суглинке. Образцы целинного чернозема отбирали в Центрально-Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А.А. Алехина. Образцы чернозема под бессменными озимой пшеницей, кукурузой и паром отбирались на опытном поле Курского НИИ АПП.

В почвенных образцах определяли общий углерод и азот на элементном анализаторе VarioMicrocube, pH_{H_2O} , гидролитическую кислотность по методу Каппена, сумму обменных оснований по методу Каппена-Гильковица, подвижные K_2O и P_2O_5 – по методу Чирикова [7]. Все показатели определяли в индивидуальных образцах в 3-кратной повторности и находили средние значения.

Результаты исследования.

Таблица 1

Химические свойства чернозема типичного различного землепользования, $M \pm m$

Вариант	C _{общ} , %	N _{общ} , %	C:N атомное	Подвижные, мг/кг	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
Целина	5,07±0,07	0,45±0,01	13,2±0,1	63,0±1,5	122,5±3,1
Бессменная оз. пшеница	3,55±0,10	0,30±0,01	13,8±0,2	140,5±1,6	102,5±3,9
Бессменная кукуруза	3,25±0,11	0,27±0,01	14,0±0,1	128,7±3,3	107,5±3,1
Бессменный пар	2,86±0,01	0,23±0,01	14,5±0,2	151,7±3,1	138,0±3,7
Залежь	3,41±0,03	0,38±0,02	10,5±0,3	126,4±3,1	141,3±2,6

Как видно из таблицы 1, самое высокое содержание органического углерода и общего азота – 5,07 и 0,45 % соответственно присуще целинному чернозему, что является отражением активно протекающему в этой почве гумусоаккумулятивного процесса. В пахотных почвах в связи с активизацией минерализационных процессов содержание этих элементов заметно снизилось.

Можно заметить неоднозначное влияние различного землепользования на физико-химические свойства чернозема типичного. В результате перевода бессменного пара в залежь создались более благоприятные условия для процесса гумусообразования, в результате чего содержание органического углерода возросло до 3,41 %, а количество общего азота повысилось до 0,38 %.

Также можно сделать вывод, что экстенсивное использование чернозема типичного в пашне сопровождается его активным дегумусированием. По сравнению с целинным аналогом, потери органического углерода и азота при возделывании сельскохозяйственных культур в черноземе типичном составили 30-35 % и 33-40% соответственно, а в условиях бессменного пара – 44 % и 49% соответственно. Самое низкое содержание органического углерода и общего азота – 2,86 и 0,23 % соответственно характерно для чернозема бессменного пара, куда вообще не поступают растительные остатки и единственным источником органического вещества являются семена сорняков и биомасса отмирающих почвенных животных и микроорганизмов, масштабы которых весьма незначительны. Поэтому в таких условиях процессы минерализации резко преобладают над процессами новообразования гумусовых веществ.

В результате перевода бессменного пара в залежь создались более благоприятные условия для процесса гумусообразования, в результате чего содержание органического углерода возросло до 3,41 %, а количество общего азота повысилось до 0,38 %. Однако содержание органического углерода в бывшей пахотной почве не достигло его количества в целинном черноземе и лишь сравнялось с почвами агроценозов. Следовательно, восполнение органического углерода в выпашанных черноземах происходит очень медленно, со скоростью примерно 0,023 % в год.

Таблица 2

Влияние землепользования на свойства чернозема типичного, $M \pm m$

Вариант	рН _{Н₂О}	Емкость катионного обмена	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований
		мг-экв/ 100 г почвы		
Целина	6,20±0,12	49,52±1,16	5,38±0,21	43,36±1,22
Бессменная оз. пшеница	6,04±0,07	43,21±1,45	5,04±0,34	38,47±2,13
Бессменная кукуруза	6,03±0,34	38,77±1,92	4,85±0,25	36,35±1,84
Бессменный пар	6,20±0,03	36,14±0,96	4,29±0,08	33,95±0,67
Залежь	6,27±0,10	40,60±0,18	5,30±0,23	36,41±0,40

Различное землепользование неоднозначно повлияло на физико-химические свойства чернозема типичного.

Как можно заметить по приведенной таблице, реакция среды чернозема типичного лежит в нейтральной области и находится в пределах 6,03-6,27. Различное землепользование не оказало значительного влияния на этот показатель, тогда как другие характеристики заметно изменились.

Наиболее существенные изменения произошли с емкостью обмена, которая в черноземе под сельскохозяйственными культурами уменьшилась на 6,31-10,75 мг-экв/100 г почвы, а в черноземе под бессменным паром на 13,38 мг-экв/100 г почвы. Так же уменьшились величина гидролитической кислотности и сумма обменных оснований на 0,34-1,09 и 4,89-9,41 мг-экв/100 г почвы соответственно. При этом самые заметные изменения произошли в черноземе бессменного пара.

В результате перевода бессменного пара в залежь свойства чернозема начинают восстанавливаться. Так, емкость обмена возросла на 4,46 мг-экв/100 г почвы, а гидролитическая кислотность и сумма обменных оснований – на 1,01 и 2,46 мг-экв/100 г

почвы соответственно, но они все равно не достигли за прошедший период уровня целинной почвы.

Закключение. В результате более чем полувекового экстенсивного сельскохозяйственного использования чернозема типичного произошло существенное изменение его химических и физико-химических свойств. Экспериментальным путем было доказано, что его активное экстенсивное использование в пашне сопровождается активным дегумусированием, и в сравнении с целинным аналогом проявляются в значительных потерях органического углерода. В пахотном черноземе под бессменными культурами содержание общего углерода и азота по сравнению с целинным аналогом уменьшилось на 1,52-1,82 % и 0,15-0,18 % соответственно или на 30-36 % и 33-40 % от их содержания в целинном черноземе. В 2,0-2,2 раза возросло содержание подвижного фосфора, тогда как содержание подвижного калия несколько снизилось. Существенно уменьшились также емкость катионного обмена, величина гидролитической кислотности и сумма обменных оснований. Наиболее глубокие изменения произошли в черноземе бессменного пара, где содержание общего углерода уменьшилось на 44 %, а общего азота – на 49 % от их содержания в целинном черноземе. Эти изменения настолько значительные, что в результате перевода бессменного пара в залежь за 23 года свойства чернозема восстановились лишь до уровня, присущего почвам агроценозов с постоянным возделыванием сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Авдеева, Т. Н. Эволюция пахотных черноземов Курской области / Т. Н. Авдеева, Л. Г. Маркина / Черноземы центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж : Научная книга, 2017. – С. 72–76.
2. Асеева, В. Р. Воспроизводство плодородия черноземов Кубани / В. Р. Асеева, И. И. Суминский / Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков : сб. материалов XX Междунар. науч.-практ. конф. – Москва, 2023. – С. 101–105.
3. Беспалов, В. А. Изменение свойств черноземов сегрегационных в агролесоландшафтах Центрального Черноземья / В. А. Беспалов / Агрохимия. – 2021. – № 12. – С. 23–36.
4. Дедов, А. В. Влияние приемов биологизации на плодородие черноземных почв ЦЧР / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова / Вестник Воронежского ГАУ. – 2022. – Т. 15, № 3 (74). – С. 41–50.
5. Еремина, Д. В. Причины дегумификации пахотных земель Западной Сибири / Д. В. Еремина / Эпоха науки. - 2022. - № 32. - С. 10-16.
6. Мамонтов, В. Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум / В. Г. Мамонтов. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 328 с.
7. Мамонтов, В. Г. Общее почвоведение / В. Г. Мамонтов. - Москва: КНОРУС, 2023. - 554 с.

УДК 631.445.4 + 631.41 + 630*1

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Шмакова Кристина Алексеевна, ассистент, аспирант 3 г.о. кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kshmakova@rgau-msha.ru

Каменных Наталья Львовна, научный руководитель, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru

Аннотация: в работе рассмотрены геохимические особенности формирования лесных подстилок дерново-подзолистых почв на территории ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Выявлены закономерности накопления органического вещества и химических элементов в зависимости от типа растительности и антропогенной нагрузки. Установлена роль геохимических процессов в трансформации подстилок. Результаты важны для оценки устойчивости почвенных экосистем и оптимизации лесопользования.

Ключевые слова: геохимия, лесные подстилки, дерново-подзолистые почвы, техногенное загрязнение, геохимические циклы.

Исследование лесных подстилок дерново-подзолистых почв требует интеграции данных о биогеохимических процессах, влиянии растительности и антропогенных факторов. Работы Титляновой А.А. и Шибаревой С.В. формируют теоретическую основу, подчеркивая роль подстилок как ключевого звена в круговороте веществ, их зависимость от типа экосистем и климатических условий [6]. Богатырев Л.Г. акцентирует географическую вариабельность подстилок, связывая их функциональные особенности с ландшафтными и биоклиматическими факторами, что согласуется с выводами Ахметовой Г.В. [2]. Изучая геохимию почв Карелии, ей были выявлены закономерности накопления органики и микроэлементов в условиях песчаных равнин, что важно для понимания региональной специфики дерново-подзолистых почв [1].

Последние исследования лесных подстилок на территории ЛОД РГАУ-МСХА демонстрируют прямую связь состава древостоя с интенсивностью подстилкообразования и свойствами подстилок. Отмечено, что хвойные породы способствуют накоплению более кислых и медленно разлагающихся подстилок, тогда как лиственные усиливают гумификацию [3,4]. Эти данные дополняются работой Семенюк О.В. и соавт., которые выявили внутрибиогеоценозную изменчивость подстилок в ельниках, связанную с микроклиматом и структурой растительности [5].

Особое внимание в литературе уделяется антропогенному воздействию. Отмечено снижение ёмкости биогенного круговорота в нарушенных экосистемах, что коррелирует с выводами о деградации подстилок при интенсивном лесопользовании [2, 4]. Многие авторы указывают на важность учета сезонной динамики элементного состава подстилок, подчеркивая необходимость долгосрочного мониторинга, что соответствует концепции почвенно-экологического мониторинга, заявленной в ключевых словах [1, 5].

Таким образом, синтез данных из представленных источников позволяет выделить ключевые факторы формирования подстилок: тип растительности, климатические условия, антропогенная нагрузка и геохимическая специфика региона. Это создает основу для разработки мер по оптимизации лесопользования и сохранению почвенного плодородия.

В данной работе рассмотрены геохимические особенности подстилок под древостоем различного состава и выявлены взаимосвязи между элементным составом и свойствами лесных подстилок.

Территория лесной опытной дачи расположена в черте крупного мегаполиса г. Москвы. На данном участке представлены различные по составу древостоев пробные площади, для сравнения были выбраны 12 пробных площадей в соответствии с группировкой древостоя по составу и выделения 4 групп растительности: чистые хвойные древостои (4/Н, 5/З, 7/Р), смешанные древостои с преобладанием хвойных пород (3/Е, 6/О, 7/К), смешанные древостои с преобладанием лиственных пород (8/Н, 11/М, 8/О) и чистые лиственные древостои (8/К, 5/Ф, 11/Е).

Образцы отбирались в 5-кратной повторности методом конверта. На всех пробных площадях подстилка разделялась на 2 подгоризонта: А0 – слаборазложившийся и А0' –

ферментативный. Для каждого образца определялись мощность, зольность, общие физико-химические свойства и элементный состав.

Для визуального представления мощностей лесных подстилок под разным составом древостоя составлена схема, представленная на рисунке 1.

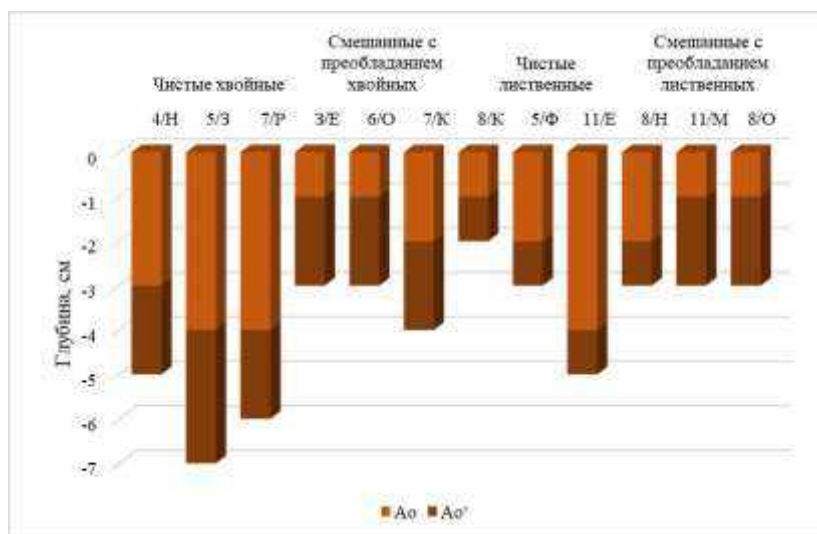


Рис. 1. Соотношение подгоризнтов лесных подстилок под различным составом древостоя

Выявлена общая закономерность об уменьшении общей мощности лесных подстилок при включении в состав древостоя лиственных пород, что связано с более активным разложением листовенного нейтрального опада по сравнению с кислым, обогащенным смолами, дубильными веществами и эфирными маслами хвойным опадом.

Эти данные подтверждаются реакцией среды исследуемых образцов, в среднем по группе древостоев отмечена тенденция увеличения значений обменной кислотности с 4,91 под чистыми хвойными культурами до 5,45 под чистыми лиственными культурами.

По распределению содержания углерода подстилки под разными древостоями отмечена схожая тенденция. В подстилках под хвойными древостоями содержание углерода более чем на 5% выше, чем под лиственными. Это отражено на запасах органического вещества под древостоями различного состава.

Элементный анализ подстилок показал преобладание во всех образцах кремнезема, который содержится в клеточных стенках растений, он более чем на 50% отражает валовый состав. Можно заметить, что под хвойными культурами SiO_2 накапливается более интенсивно, чем под лиственными и варьирует в пределах от 57,00 до 58,63%. В ферментативных горизонтах отмечено увеличение кремния в связи с наличием примеси минеральных частиц почвы.

Накопление Al_2O_3 имеет схожую тенденцию по группам древостоев, повышенные значения алюминия (более 4%) связаны с наличием техногенной пыли от дорог, расположенных вблизи исследуемой территории. В ферментативном горизонте также отмечено увеличение этого элемента в связи с примесью глинистых частиц почв.

Кальций и магний в большей степени накапливаются в подстилках под лиственным древостоем, максимальное их содержание (7,49% и 4,17% соответственно) отмечено в подстилках под смешанными древостоями с преобладанием лиственных, что непосредственно связано с реакцией среды. В более глубоких слоях содержание кальция снижается.

Содержание калия и фосфора в исследуемых образцах невысокое (K_2O до 3%, P_2O_5 до 1%), однако заметно накопление этих элементов в подстилках под лиственными древостоями.

Корреляционный анализ по Спирмену показал сильную взаимосвязь между составом древостоя и кислотностью, содержанием углерода, кремния, алюминия и калия. Кроме этого, отмечены сильные корреляции между накоплением калия и магния с большинством исследуемых элементов.

Проведенное исследование позволило установить ключевые закономерности геохимии лесных подстилок дерново-подзолистых почв на территории ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Доказано, что состав древостоя (преобладание хвойных или лиственных пород) определяет кислотность, скорость разложения, а также накопление элементов. Выявлена значимая роль антропогенной нагрузки в снижении биогеохимической активности подстилок, что проявляется в уменьшении запасов органики и нарушении циклов элементов.

Полученные результаты имеют практическое значение для разработки стратегий устойчивого лесопользования, направленных на сохранение биоразнообразия и плодородия дерново-подзолистых почв. Для углубления понимания долгосрочной динамики подстилок рекомендовано расширение мониторинговых исследований с акцентом на комплексный анализ взаимодействия биотических, климатических и антропогенных факторов. Реализация таких подходов позволит оптимизировать управление лесными экосистемами в условиях возрастающих экологических нагрузок.

Библиографический список

1. Ахметова Г.В. Геохимические особенности почв волнистой озерно-ледниковой песчаной равнины среднетаежной подзоны Карелии // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. № 100. С. 53–82. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-100-53-82>
2. Богатырев Л.Г. Географические аспекты функционирования лесных подстилок // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2013. № 1. С. 30–36.
3. Мартынова, П. Н. Влияние состава древостоя на степень проявления подстилкообразования, дернового и подзолистого процессов в почвах ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / П. Н. Мартынова // СБОРНИК ТРУДОВ Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием VIII Вильямсовские чтения, посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного из основоположников агрономического почвоведения В.Р. Вильямса (1863-1939), Москва, 30 ноября – 02 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 30-32. – EDN XMRICX.
4. Мартынова, П.Н. Состав и свойства лесной подстилки дерновоподзолистых почв под древостоями различного состава ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / П. Н. Мартынова // Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием IX Вильямсовские чтения, Москва, 27–28 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 267-273. – EDN CPDMYU.
5. Семенюк О.В., Телеснина В.М., Богатырев Л.Г., Бенедиктова А.И., Кузнецов Я.Д. Оценка внутрибиоценозной изменчивости лесных подстилок и травяно-кустарничковой растительности в еловых насаждениях // Почвоведение. 2020. № 1. С. 31–43.
6. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Подстилки в лесных и травяных экосистемах. Новосибирск: СО РАН, 2012. 137 с.

СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

УДК 633.11:631.527:632.4

CHARACTERIZATION OF RESISTANCE TO LEAF-STEM RUST AND POWDERY MILDEW IN SPRING SOFT WHEAT

Najodov Boburjon, PhD Student of the Department of Genetics Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, boburnajodov@gmail.com

Abstract: This study evaluated the resistance of nine spring wheat varieties to leaf rust, stem rust, and powdery mildew under natural infection conditions. Field trials were conducted over three years using the VIR 9-point scale. Significant genotypic variation was observed, with some varieties showing stable high resistance. Molecular analysis confirmed the presence of effective *Lr*, *Sr*, and *Pm* genes. Results emphasize the importance of gene pyramiding in breeding for durable disease resistance.

Keywords: Spring wheat, Leaf rust (*Lr*), Stem rust (*Sr*), Powdery mildew (*Pm*), Resistance (*R*)

Wheat is cultivated in diverse agro-ecological environments and faces numerous diseases and pests throughout its growing season. Among biotic stresses, foliar and stem diseases such as leaf rust (*Puccinia triticina*), stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), and powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) pose significant threats to global wheat production, leading to considerable yield and quality losses. Diseases cause significant damage to grain yields, with powdery mildew being among the most widespread and damaging. This disease is caused by the biotrophic fungus *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (DC.) Golovin ex Speer., which is transmitted via airborne spores and is commonly found across major wheat-growing regions (Li et al., 2024; Wang et al., 2024).

According to the literature, more than 100 powdery mildew resistance alleles have been identified at 69 loci (*Pm1*–*Pm69*), most of which are dominant and expressed throughout the plant's development. Since the discovery of the first resistance gene *Pm1* in 1952, a total of 69 *Pm* genes have been officially recognized and cataloged however, only 16 of these have been successfully cloned to date. Unlike the well-developed databases available for rust diseases, no comprehensive, publicly accessible database exists for powdery mildew resistance, which complicates the process of identifying resistance genes in specific wheat cultivars—particularly when selecting donor lines for hybridization and breeding programs [1,2].

Among the most significant biotic stresses affecting wheat production are two major rust diseases: stem rust, caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & E. Henning (Pgt), and leaf rust, caused by *Puccinia triticina* Eriks. (Pt). These pathogens have been known since ancient times and have historically triggered severe epidemics, leading to substantial and widespread yield losses. Stem rust is particularly devastating and can result in total crop failure under favorable conditions, while leaf rust has been associated with yield reductions of up to 70%. In recent decades, outbreaks of these diseases have caused yield losses ranging from 20% to 100% in wheat-growing regions across the globe underscoring their continued threat to global food security. Breeding for genetic resistance remains a cornerstone in managing leaf rust and stem rust in wheat. To date, 83 leaf rust resistance (*Lr*) genes and 63 stem rust resistance (*Sr*) genes have been identified and documented. Despite this genetic diversity, the effectiveness of many of these genes has diminished over time due to the rapid evolution of virulent pathogen races. Several major *Lr* genes—such as *Lr1*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr13*, *Lr14a*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr26*, and *Lr28*—are known to confer all-stage resistance; however, only *Lr24* has remained consistently effective against predominant pathotypes in regions like India. Nonetheless, virulent pathotypes capable of overcoming *Lr24* have been reported in other parts of the world, illustrating the ongoing arms race between host resistance and pathogen evolution. For stem rust, a similar pattern has emerged, emphasizing the need for pyramiding multiple *Sr*

genes and integrating quantitative trait loci (QTLs) to achieve durable and broad-spectrum resistance [3,4].

The aim of this study is to evaluate the resistance of selected spring soft wheat varieties to leaf rust under natural infection conditions and to validate the effectiveness of previously identified Lr, Sr, and Pm resistance genes reported in the scientific literature.

This study evaluated the resistance of nine spring wheat varieties, originating from diverse ecological and geographical regions, against these three major fungal pathogens. Field trials were conducted over three years at the Field Experimental Station, where genotypes were cultivated in 1 m² plots with three replicates to ensure experimental reliability and minimize variability.

Resistance was assessed at the earing and flowering stages using the 9-point VIR scale, where 1 corresponds to severe lesions (70–100%), 3 to moderate lesions (~50%), 5 to medium lesions (20–30%), 7 to weak lesions (10–20%), and 9 to no visible lesions. Genotypes scoring 7–9 were classified as highly resistant (R). Genomic analysis was conducted using publicly available databases such as Wheatpedigree and NCBI to identify resistance-associated *Pm* and *Lr* genes. Sowing was performed at the optimal time for the region to ensure proper growth conditions for all genotypes.

In the 2022 growing season, no natural infection by leaf rust (*Puccinia triticina*) was detected in the trial fields, likely due to unfavorable environmental conditions for pathogen development. However, a notable and unexpected event was the re-emergence of stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*)—a disease that had not been observed in these fields for more than 30 years. This resurgence, first conclusively documented in 2024, reflects a concerning shift in the regional phytosanitary landscape and underscores the dynamic nature of fungal pathogen populations under changing agroclimatic conditions. Throughout the study, significant genotypic variation in resistance was observed among the evaluated spring wheat accessions. In particular, several genotypes demonstrated consistently high resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Notably, Simbirtsit and Granny exhibited stable high scores (7–9 on the VIR scale) across all three years, indicating the presence of effective resistance genes.



Fig. 1. Disease symptoms in spring wheat.

Symptoms of powdery mildew (*Blumeria graminis*), leaf rust (*Puccinia triticea*), and stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) observed during field experiments at the breeding station

In contrast, resistance to leaf rust and stem rust showed greater variability between years and among genotypes. For instance, the variety Favorit maintained a relatively stable resistance level (score of 7) to both rust pathogens throughout the entire trial period (2022–2024), highlighting its potential as a valuable source of broad-spectrum resistance (see Table 1). These results emphasize the importance of multi-year evaluations under natural infection conditions to identify and validate durable resistance in breeding materials (Table 1).

Table 1

Disease Resistance in Spring Wheat (2022–2024)

Access	Reference Lr	Reference Pm	Resistance score					
			Powdery mildew			Leaf and Steam rust		
			202 2	202 3	202 4	202 3	202 4	202 4
Zlata	<i>Lr10</i>	-	5	5	9	9	3	5
Saratovskaya 74	<i>Lr10</i>	-	7	9	9	9	3	5
Agata	<i>Lr10, Lr19</i>	-	7	9	7	5	3	3
Tulaykovskaya 108	<i>Lr19+Lr6</i>	-	5	9	5	7	7	7
Simbirtsit	<i>Lr10</i>	-	9	7	9	9	3	5
Margarita	<i>Lr34, Lr10 Lr49</i>	-	5	7	9	7	3	3
Favorit	<i>Lr6Agi</i>	-	7	7	9	7	7	7
Granny	<i>Lr21</i>	<i>Pm3d</i>	5	5	9	9	3	5

Triso	<i>Lr2a, Lr18, Lr20</i>	<i>Pm1, Pm4b, Pm5</i>	5	5	9	7	3	5

The top row of Figure 1 shows early-stage infections, with symptoms of powdery mildew and leaf rust on leaf surfaces, while the bottom row highlights advanced infections, including stem rust lesions, which can cause significant crop damage. These images confirm pathogen presence under natural field conditions and underscore the importance of identifying resistant wheat genotypes to mitigate yield losses. During years with favorable meteorological conditions from sprouting to earing in the Central region of the non-Chernozem zone, the resistance of soft spring wheat varieties to leaf rust (*Puccinia triticina*), stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), and powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) positively influenced grain yield. However, drought conditions during this period primarily contributed to yield losses due to poor plant development.

The *Lr* resistance genes (*Lr19*, *Lr6*, and *Lr21*) provided effective protection under low infection pressure, while *Pm* resistance genes (*Pm3d*, *Pm1*, *Pm4b*, and *Pm5*) exhibited moderate effectiveness against powdery mildew. During epiphytotic years, high pathogen pressure reduced the protective effects of these genes, highlighting the need for more robust resistance genes or their combinations. The most effective genes identified during 2022–2024 were *Lr19* + *Lr6* (donor variety Tulaykovskaya 108), *Lr21*, and *Pm3d* (donor variety Granny). These findings underscore the importance of pyramiding resistance genes to enhance protection against fungal pathogens, stabilize wheat yields, and improve adaptation to the environmental challenges of the Central region of the non-Chernozem zone.

References

1. Wheat powdery mildew resistance gene Pm13 encodes a mixed lineage kinase domain-like protein / Li H., Men W., Ma C., Liu Q. [et al.] // Nature Communications. – 2024. – Vol. 15, No. 1. – P. 2449.
2. Evaluation and identification of powdery mildew-resistant genes in 137 wheat relatives / Wang J., Xu H., Qie Y., Han R., Sun X., Zhao Y. [et al.] // Frontiers in Genetics. – 2024. – Vol. 15. P.1342239.
3. Characterization of stem, stripe and leaf rust resistance in Tajik bread wheat accessions / Rahmatov M., Otambekova M., Muminjanov H. [et al.] // Euphytica. – 2019. – Vol. 215. –P. 55.
4. Characterization and identification of sources of rust resistance in Triticum militinae derivatives / Chowdhury S., Bansal S., Jha S.K. [et al.] // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – P. 9408.

УДК 631.52:633.25

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ TRITITRIGIA CZICZINII TZVEL

Аленичева Анастасия Дмитриевна, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alenicheva_a@mail.ru

Баженова Светлана Сергеевна, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sbazhenova@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе представлены результаты комплексного исследования хозяйственно-ценных признаков сортообразцов трититригии (*×Trititrigia cziczinii* Tzvel.) селекции ГБС РАН в сравнении с озимой пшеницей сорта Рубежная. Изучены урожайность зерна и зеленой массы, биометрические показатели, биохимические

свойства зерна и кормовая ценность зеленой массы. Выявлены перспективные линии трититригии (12 и 3202), сочетающие высокую продуктивность, устойчивость к стрессам и способность к регенерации при многоукосном использовании. Полученные данные имеют значение для селекции новых сортов пшеницы и разработки кормовых агротехнологий.

Ключевые слова: *трититригия, отдаленная гибридизация, урожайность, качество зерна, селекция.*

В условиях нарастающих климатических изменений и необходимости обеспечения продовольственной безопасности особую значимость приобретает расширение генетического разнообразия сельскохозяйственных культур [2-5]. Одним из перспективных направлений является использование трититригии (*×Trititrigia cziczinii* Tzvel.) – гибрида пшеницы и пырея, обладающего комплексом ценных биологических и хозяйственных свойств [1]. В связи с этим нами была проведена комплексная оценка коллекции сортообразцов трититригии селекции ГБС РАН с целью выявления наиболее перспективных линий для дальнейшей селекционной работы.

Исследования проводились в 2022-2024 годах на опытных полях Главного ботанического сада РАН, расположенных в Центральном регионе Нечерноземной зоны России. Почвы опытного участка - дерново-подзолистые тяжелосуглинистые. В качестве объектов исследования были взяты 5 перспективных сортообразцов трититригии и сорт озимой пшеницы Рубежная. Площадь делянок составляла 10 м², повторность - четырехкратная. В ходе исследований оценивали следующие параметры: урожайность зерна и зеленой массы, основные биометрические показатели (высота растений, продуктивная кустистость, масса зерна с колоса), качественные характеристики зерна (масса 1000 зерен, натура по, число падения, содержание белка и клейковины), а также кормовую ценность зеленой массы (содержание протеина, углеводов, клетчатки, энергетическую ценность). Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и корреляционного анализа с использованием стандартных статистических пакетов.

Результаты исследований показали, что по урожайности зерна трититригия в среднем уступала озимой пшенице (2,10-2,33 т/га против 3,61 т/га у сорта Рубежная). Однако следует отметить, что трититригия продемонстрировала значительно лучшую устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, особенно в засушливый 2023 год. Среди изученных образцов особого внимания заслуживает линия 12, которая превзошла стандартный сорт Памяти Любимовой по урожайности (2,33 против 2,10 т/га), а также линия 3202, показавшая исключительную стабильность продуктивности.

При оценке кормовой продуктивности было установлено, что трититригия обладает уникальной способностью к регенерации после скашивания. Так, урожайность зеленой массы линии 3202 составила 22,1 т/га при первом укосе и сохраняла продуктивность на уровне 6,13 и 2,16 т/га при последующих укосах, в то время как озимая пшеница полностью теряла способность к отрастанию после второго скашивания.

Качественные показатели зерна трититригии, хотя и несколько уступали показателям пшеницы, находились на вполне приемлемом уровне. Наибольшая масса 1000 зерен отмечена у линии 4044 (32,0 г), однако следует отметить пониженное число падения у этого образца (139 с), что свидетельствует о повышенной активности α-амилазы. Линия 12 показала наилучшую натуру зерна (759 г/л), приближаясь к показателям пшеницы (776 г/л). Особого внимания заслуживает высокое содержание нерасщепляемого в рубце протеина у сорта Памяти Любимовой (64,5 г/кг сухого вещества), что на 15% превышает средние показатели для зерновых культур и представляет особую ценность для кормления жвачных животных.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить перспективные

линии трититригии (12 и 3202), сочетающие удовлетворительную урожайность с высокой устойчивостью к стрессовым факторам и уникальной способностью к регенерации при многоукосном использовании.

Библиографический список

1. Аленичева, А. Д. Урожайность и качество зерна линий трититригии на дерново-подзолистых почвах Московской области / А. Д. Аленичева, О. А. Щуклина, В. Е. Квитко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 110. – С. 66-70.
2. Аленичева А.Д. Конкурсное сортоиспытание трититригии в условиях Московской области / А. Д. Аленичева, О. А. Щуклина, В. Е. Квитко, И. Н. Клименкова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 113. – С. 57-62.
3. Иванова Л.П., Щуклина О.А., Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., Завгородний С.В., Энзекрей Е.С., Комкова А.Д., Упелниек В. П. Перспективы использования новой сельскохозяйственной культуры трититригии (*×Trititrigia cziczinii* Tsvelev) в кормопроизводстве / Кормопроизводство. 2020. №10. С. 13-16.
4. Крупин П.Ю., Дивашук М.Г., Карлов Г.И. Использование генетического потенциала многолетних дикорастущих злаков в селекционном улучшении пшеницы. *Agricultural Biology*. 2019;54(3):409-425.
5. Lachuga Yu. F. Experience in the Cultivation of a New Perennial Cereal Crop-*Trititrigia* in the Conditions of South of the Rostov Region / Yu. F. Lachuga, B. Ch. Meskhi, V. I. Pakhomov [et al.] // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13, No. 3. – P. 605.

УДК 633.111.1

ВАКСИ ГЕНЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Бердникова Людмила Анатольевна, студент 2 курса ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tb20052005@gmail.com

Научный руководитель: Симагина Анастасия Сергеевна, ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, klepikova.anastasi@yandex.ru

Аннотация: Гены *waxy* (*Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1*) являются ключевыми регуляторами соотношения амилозы и амилопектина в крахмале эндосперма зерна мягкой озимой пшеницы, где они влияют на то, в каких пропорциях образуются амилоза и амилопектин, что непосредственно влияет на качество муки и технологические показатели. На основании анализа современных исследований подтверждена высокая значимость изучения генов *waxy* (*Wx*) для селекции новых сортов со специальными характеристиками.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, качество зерна, гены *waxy*, крахмал, амилопектин.

Введение. Качество крахмала определяется соотношением амилозы и амилопектина – двух его основных макромолекул. Амилоза – линейная молекула, амилопектин содержит линейные и разветвленные цепи. Соотношение обоих полимеров в пшенице варьирует в пределах 22–35 % для амилозы и 68–75 % для амилопектина [2].

Крахмальные гранулы в эндосперме пшеницы состоят из амилозы и амилопектина. Синтез амилозы в амилопластах осуществляется ферментом GBSS (гранулосвязанная синтаза крахмала), который также именуют *waxy*-протеином. Экспрессия этого белка контролируется генами *waxy* (*Wx*). Мягкая пшеница является аллогексаплоидом

(AABBDD), это означает, что в ней находится 3 гомеологичных гена: Wx-A1 (хромосома 7AS-короткое плечо), Wx-B1 (7BL - длинное плечо) и Wx-D1 (7DS-короткое плечо). Сорта, относящиеся к типу *ваху* образуются при сочетании трёх неактивных нуль-аллелей, полностью подавляющих активность GBSS. Это приводит к отсутствию амилозы и формированию крахмала, состоящего исключительно из амилопектина. Частично-ваху образуются при наличии одного или двух нуль-аллелей, что частично блокирует синтез амилозы. Каждый рецессивный Wx-аллель снижает уровень амилозы, изменяя соотношение амилозы и амилопектина. Эти модификации напрямую влияют на реологические свойства муки и органолептические характеристики продуктов переработки зерна.

Актуальность. В контексте климатических изменений и быстрорастущего числа населения Земли особое значение приобретают научные исследования в области генетики и селекции ключевых сельскохозяйственных культур, например пшеницы. Эта культура обеспечивает значительную долю мирового продовольственного баланса, поэтому повышение её урожайности и качества зерна является приоритетной задачей современных ученых-селекционеров.

Одним из перспективных объектов для селекционной работы как раз и являются гены *ваху*. С их помощью контролируется синтез крахмальных гранул в зерне пшеницы. Соответственно, данные аллели оказывают прямое влияние на качество крахмала в получаемом урожае, а также определяют свойства муки и изготавливаемой из нее продукции.

Получение новых сортов с использованием методов молекулярной генетики позволяет значительно ускорить традиционный селекционный процесс, повысить точность отбора и обеспечить стабильность желаемых признаков. Одним из наиболее эффективных инструментов в этом направлении является селекция с использованием молекулярных меток (Marker-Assisted Selection). MAS-селекция позволяет выявлять и отбирать растения с нужными генотипами на ранних этапах.

Целью данной работы является комплексный обзор современных исследований в области изучения генов *ваху* у пшеницы, их способе функционирования, возможностях влияния данных аллелей на качество зерна.

Точное понимание вариаций генов *ваху* важно для селекции в направлении создания новых сортов, отличающихся улучшенными технологическими свойствами.

Такое строение эндосперма (амилопектиновый крахмал) полезно не только в хлебопечении, но и в изготовлении стремительно набирающей в России популярность лапши быстрого приготовления, лапши-удон.

При создании данной продукции из муки генов *ваху*-пшеницы получается продукт, который демонстрирует более короткое время приготовления по сравнению с лапшой из обычной пшеничной мукой. Это показывает влияние содержания амилозы крахмала на время приготовления лапши.

Рассматривая историю исследований *ваху*-пшеницы, можно отметить, что первые исследования гена *ваху* были проведены на кукурузе, где были выявлены нуль-аллели, возникшие вследствие вставки мобильных генетических элементов в структуру гена. В дальнейшем внимание ученых переключилось на изучение генов *ваху* у других сельскохозяйственных культур, например таких как картофель и горох посевной.

Впервые у пшеницы (*Triticum aestivum*) последовательность кДНК гена *ваху* была определена в начале 1990-х годов. Позднее, благодаря развитию молекулярно-генетических методов, удалось дифференцировать и подробно охарактеризовать три гомеологичных *ваху*-гена — wx-A1, wx-B1 и wx-D1. Каждый из этих генов состоит из 12 экзонов и 11 интронов.

Существует ряд современных работ российских ученых, посвященных данному направлению генетических исследований.

При помолке происходит разрушение гранул крахмала, что увеличивает площадь

поверхности и приводит к повышению водопоглотительной способности и амилолитической активности муки, создавая тем самым благоприятные условия для высокой активности дрожжей в тесте. Мука из такой пшеницы характеризуется высокими показателями газообразующей способности и подъемной силы теста. Крахмал *ваху*-пшениц значительно лучше выдерживает режим заморозки-разморозки, чем обычный крахмал. Данное свойство позволяет применять его для изготовления продуктов из замороженного и слоеного теста.

В России в последние годы разрабатываются генетические основы образования крахмального комплекса пшеничного зерна, в частности, роль *ваху*-генов. Существует ряд современных работ российских ученых, посвященных данному направлению научных изысканий. Например, в работе ученых из Татарстана были выявлены частично *ваху* пшеницы в гибридных популяциях, несущих нефункциональные гены *ваху*, результатом стала оценка их хозяйственной ценности. Большинство линий превосходят стандартные сорта, а также сорта работы зарубежных селекционеров. с измененным составом крахмала. Отмечается возможность объединения в генотипе как высокой устойчивости к *Erysiphe (Blumeria) graminis*, *Puccinia recondite*, *Puccinia graminis*, так и высокой продуктивности. Плейотропного эффекта от наличия в генотипе аллелей *WxA1b* и *WxB1b* не обнаружено [1].

По данным исследований, смеси муки обычной и *ваху*-пшеницы водопоглощение возрастало по мере увеличения добавки муки *ваху*-пшеницы. Рост ВПС муки дает «припек» хлеба, то есть увеличивает массовый выход продукта, а более активный амилолиз – повышает объем испеченного хлеба.

Научные сотрудники КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко провели молекулярный скрининг коллекции и генофондов сортов собственной селекции, в ходе этого они выделили образцы с различными генотипами по *ваху*-генам. В других публикациях по этой теме они отражают результаты изучения технологических качеств зерна образцов пшеницы. Результаты их работ способствуют развитию маркер-ориентированной селекции (MAS) и расширяют возможности для создания высококачественных сортов мягкой пшеницы, адаптированных к современным требованиям пищевой промышленности и агротехнологий [3].

Ученые показывают своими исследованиями, что вязкость и ретроградация имеют существенно более низкие показатели у амилопектиновых форм по сравнению с амилозными в годы благоприятные для созревания зерна пшеницы. При повышенной влажности в этот период различия между данными группами генотипов нивелируются и имеют очень низкие индексы. Для определения амилопектиновых генотипов целесообразно использовать индекс “вязкость” в годы, когда период созревания благоприятен для формирования урожая [4].

Выводы. Гены *ваху* (*Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1*) важны для определения типа формирования крахмала в зерне. Они влияют на содержание амилозы и амилопектина, что, в свою очередь, сказывается на качественных показателях муки и дальнейших продуктов, изготавливаемых с ее использованием. Если в этих генах есть нуль-аллели, то уровень амилозы снижается, и получается крахмал с пониженным содержанием амилозы/ее отсутствием, который обеспечивает особые технологические свойства мучной продукции.

На основании анализа современных исследований генетики мягкой озимой пшеницы нами выявлена высокая актуальность изучения генов *ваху* и их аллельного разнообразия для создания сортов с улучшенными технологическими свойствами зерна. Полученные данные и опыт других исследователей могут стать основой для дальнейших самостоятельных исследований растений пшеницы, находящихся в коллекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Мы рассчитываем провести серию скрещиваний отдельных линий для расширения генетической базы. Особое внимание будет уделено разработке молекулярных маркеров и

изучению сортов с тремя нуль-аллелями для получения крахмального эндосперма у пшеницы, не содержащего амилозу.

Библиографический список

1. Василова Н. З. и др. Аспекты создания сортов яровой мягкой пшеницы с измененным составом крахмала в зерне //Нива Поволжья. – 2018. – №. 4 (49). – С. 2-8.
2. Галимова А. А., Никонов В. И., Кулуев Б. Р. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ЛОКУСОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА У ЯРОВЫХ СОРТОВ И ЛИНИЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) //Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. – 2021. – С. 38-43.
3. Крупин П. Ю. ВЫБОР ГЕНОВ СИНТЕЗА КРАХМАЛА ПШЕНИЦЫ КАК МИШЕНЕЙ ДЛЯ ГЕНОМНОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ //Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии. – 2020. – С. 39-40.
4. Нецветаев В. П. и др. Показатели качества зерна озимой мягкой пшеницы и роль в этом наследственных факторов, связанных с углеводным комплексом эндосперма // Генетика. – 2020. – Т. 56. – №. 12. – С. 1399-1409.

УДК 631.363

КАЛЛУСОГЕНЕЗ ИЗ МИКРОКЛОНОВ *SEQUOIA SEMPERVIRENS* (D.DON) ENDL. НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАЗНЫХ АУКСИНОВ

Болотина Елизавета Алексеевна, аспирант кафедры Биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, LizavetaRodBol@yandex.ru

Зайцева Светлана Михайловна, доцент кафедры Биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, smzaytseva@yandex.ru

Цандеков Георгий Аркадиевич, бакалавр кафедры Биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, jonwilson361@gmail.com

Аннотация: Экстрактивные вещества из каллусных тканей *Sequoia sempervirens* обладают высокой биологической активностью. В настоящем исследовании представлена технология *in vitro* получения хорошо пролиферирующей каллусной ткани из нижнего апекса микроклонов *S. sempervirens* за счёт добавления разных концентраций НУК или ИМК в среду.

Ключевые слова: *Sequoia sempervirens*, каллусная ткань, апекс, НУК, ИМК

Введение. *Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl. — быстрорастущий, долгоживущий вид, дающий прочную древесину. Эта древесина также отличается низкой усадкой при высыхании и структурной стабильностью [1], устойчивостью к воздействию ряда патогенных микроорганизмов и других болезней [2]. Экстрактивные вещества, полученные из каллусных тканей *Sequoia sempervirens*, обладают высокой биологической активностью и цитотоксичностью, были малотоксичны для нормальных стволовых клеток, но ингибировали рост клеток рака HeLa шейки матки и глиобластомы человека [3].

В одном из исследований по влиянию ауксинов на укоренение *Sequoia sempervirens* было оценено двое из них: а-нафтилуксусная кислота (НУК), индол-3-масляная кислота (ИМК) в концентрации 50 мкМ (~10 мг/л). Авторы отмечают корнеобразование у 75% микроклонов наиболее восприимчивого анализируемого генотипа на питательной среде только с НУК у *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. [2].

В другом исследовании анализировали ИМК в концентрациях от 0 мг/л до 3000

мг/л. В течение 90 дней наблюдались значительные различия между клонами *Sequoia sempervirens* по укореняемости. Применение ИМК при концентрации свыше 2000 мг/л оказало ингибирующее действие на корнеобразование [4].

В более раннем эксперименте использовалась питательная среда Murashige & Skoog (MS), содержащая НУК, ИМК или 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-D) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л. Результаты показали, что добавление ауксинов в среду не стимулирует процесс корнеобразования, однако стимулируется процесс каллусообразования [5].

Культивирование каллусной культуры *Sequoia sempervirens* на среде MS с добавлением 2,4-D, НУК, трихлорфеноксиуксусной кислоты и п-хлорфеноксиуксусной кислоты в дозах 2, 4 и 6 мг/л в каждом случае способствовало увеличению биомассы [6].

Утверждается, что генотип является основным фактором, влияющим на процент укоренения, количество образовавшихся корней, длину главного корня и каллусогенез *Sequoia sempervirens* [7].

Материалы и методы. Объектами исследования служили микроклоны, полученные от одного взрослого дерева *S. sempervirens*, произрастающего в оранжерее на территории Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, и культивируемые около 2 лет в условиях *in vitro*.

Микрочеренки длиной 20 мм помещались в пробирки на питательную среду MS, содержащую тиамин в концентрации 0,1 мг/л, сахарозу 2% и ПВП (поливинилпирролидон) 1 мг/л, согласно методике (Пат. 2815450). К основной среде добавляли индол-3-уксусную кислоту (ИУК), ИМК и НУК в концентрациях 2 мг/л и 3 мг/л, контрольный вариант был без гормонов (таблица 1).

Таблица 1

Варианты питательных сред

Вариант	Питательная среда и гормон
Б/Г	MS
ИУК 2	MS + ИУК 2 мг/л
ИМК 2	MS + ИМК 2 мг/л
НУК 2	MS + НУК 2 мг/л
ИУК 3	MS + ИУК 3 мг/л
ИМК 3	MS + ИМК 3 мг/л
НУК 3	MS + НУК 3 мг/л

MS – Murashige & Skoog, ИМК – индол-3-масляная кислота, ИУК – индол-3-уксусная кислота, НУК – α -нафтилуксусная кислота

Культивирование осуществлялось при 16-часовом фотопериоде), при температуре 21°C в течении 6 недель.

В данном эксперименте не измерялись длина побегов и количество придаточных побегов.

Результаты и обсуждение. Для каждого микрочеренка наблюдалось увеличение длины побега уже на второй неделе. Начиная с 3 недели в вариантах с ауксином нижний апекс микроклонов *S. sempervirens* увеличился, и у некоторых растений было отмечено образование каллусных клеток. Каллусогенез был зафиксирован у 100 % образцов в каждом варианте культивирования, кроме контрольного. После 4 недели каллус значительно не увеличился и был тёмно-коричневого цвета в вариантах с использованием 2 мг/л и 3 мг/л ИУК и 2 мг/л ИМК, однако при обеих концентрациях НУК и при 3 мг/л ИМК каллус был от светло-коричневого до желтого с зелёным оттенком и продолжал расти до 6 недели (рис. 1).

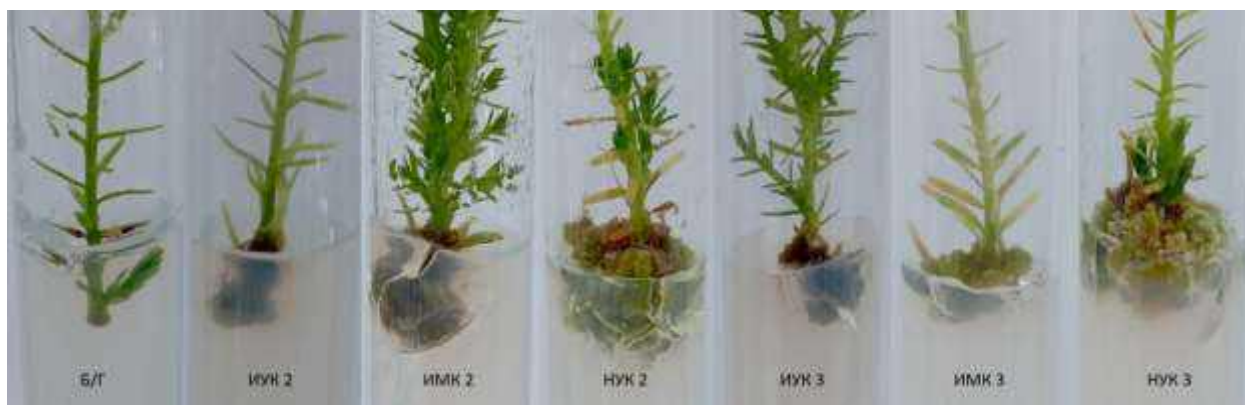


Рис. 1 Каллусогенез из нижнего апекса микроклонов *Sequoia sempervirens* на питательных средах с добавлением (слева направо) Б/Г, ИУК, ИМК и НУК в концентрации 2 мг/л, далее ИУК, ИМК и НУК в концентрации 3 мг/л (6 неделя)
Б/Г – без гормонов, ИМК – индол-3-масляная кислота, ИУК – индол-3-уксусная кислота, НУК – α -нафтилуксусная кислота

В вариантах, где каллусная ткань имела светлые оттенки, она характеризовалась рыхлой структурой, и наоборот, тёмноокрашенные каллусы характеризовались более плотной структурой (табл. 2).

Таблица 2

Влияние различных ауксинов на каллусогенез *Sequoia sempervirens*

Вариант питательной среды	Каллусогенез	Цвет каллуса	Плотность каллуса
MS	-	-	-
MS + ИУК 2 мг/л	+	тёмно-коричневый, зелёный	плотный
MS + ИМК 2 мг/л	+	тёмно-коричневый, зелёный	средней плотности
MS + НУК 2 мг/л	++	коричневый, жёлтый, зелёный	рыхлый
MS + ИУК 3 мг/л	+	тёмно-коричневый, зелёный	плотный
MS + ИМК 3 мг/л	++	коричневый, жёлтый, зелёный	рыхлый
MS + НУК 3 мг/л	++	коричневый, жёлтый, зелёный	рыхлый

-: каллус отсутствует; +: умеренный рост каллуса; ++: хороший рост каллуса

При использовании данной технологии *in vitro* можно получить значительно большую биомассу каллуса хвойных растений, таких как *Taxus canadensis* (данные не

приведены) и *Sequoia sempervirens*, чем при технологии, в которой для каллусообразования эксплантом служит интактное растение.

Заключение. В настоящем исследовании разработана технология *in vitro* быстрого и достоверного получения хорошо пролиферирующей каллусной ткани из нижнего апекса микроклонов *Sequoia sempervirens* при использовании либо НУК в концентрации 2 мг/л или 3 мг/л, либо ИМК – 3 мг/л в питательной среде MS.

Библиографический список

1. Pereira M. de O., Angelo A. C., Navroski M. C., Dobner M., & Oliveira L. M. D. Vegetative rescue and rooting of cuttings of different stock plants of *Sequoia sempervirens* // Cerne. – 2017. – Vol. 23. – P. 435-444.
2. Vargas A. R., Castander-Olarieta A., Moncalean P., Montalban I.A. Optimization of the micropropagation of elite adult trees of *Sequoia sempervirens*: forest species of interest in the Basque Country, Spain. – 2021. – Vol. 6. – №. 1. – P. 1511-1519.
3. Kirakosyan R. N., Kalasnikova E. A., Bolotina E. A., Saleh A., Balakina A. A., & Zaytseva S. M. Localization of Secondary Metabolites in Relict Gymnosperms of the Genus *Sequoia* In Vivo and in Cell Cultures In Vitro, and the Biological Activity of Their Extracts // Reproductive and Developmental Biology. – 2024. – Vol. 14. – №. 12. – P. 1694
4. Pereira M. O., Angelo A. C., Navroski M. C., de Oliveira L. M., Felipe D., & Moraes C. Mini-cuttings rooting of *Sequoia sempervirens* at different IBA concentrations and clones // FLORESTA, Curitiba, PR. – 2020. – Vol. 50. – №. 2. – P. 1279-1286.
5. Laslo V., Agud E. M., Vicas S. In vitro modeling of morfogenesys processes in *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl, via the use of phytohormones // Natural Resources and Sustainable Development. – 2015. – P. 73-78
6. El-Hawary S. S., Abd El-Kader E. M., Rabeh M. A., Abdel Jaleel G. A., Arafat M. A., Schirmeister T., & Abdelmohsen U. R. Eliciting callus culture for production of hepatoprotective flavonoids and phenolics from *Sequoia sempervirens* (D. Don Endl) // Natural Product Research. – 2020. – Vol. 34. – №. 21. – P. 3125-3129.
7. Neale D. B., Marshall K. A., Sederoff R. R. Chloroplast and mitochondrial DNA are paternally inherited in *Sequoia sempervirens* D. Don Endl // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1989. – T. 86. – №. 23. – C. 9347-9349.

УДК 577.13:581.19

МОЛЕКУЛЯРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ

Виноградов Дмитрий Игоревич, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vinogradov@biolabmix.ru

Аннотация: В работе рассматриваются молекулярные механизмы регуляции биосинтеза тритерпеновых гликозидов (ТТГ) в растениях. Описаны ключевые ферменты (OSC, CYP, UGT) и транскрипционные факторы (WRKY, bHLH, MYB), участвующие в контроле данного процесса. Освещены подходы к генной и метаболической инженерии для повышения выхода ТТГ, включая использование дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. В качестве перспективных объектов для получения тритерпеноидов предложены *Gratiola viscidula* и *Alternanthera reineckii*. Работа подчёркивает значение ТТГ как ценных биологически активных соединений для медицины и агробиотехнологий.

Ключевые слова: тритерпеновые гликозиды; сапонины; биосинтез; транскрипционные факторы; вторичные метаболиты; культура *in vitro*.

Тритерпеновые гликозиды (ТТГ) представляют собой важнейший класс вторичных метаболитов растений, обладающих широкой биологической активностью. Эти соединения играют ключевую роль в защите растений от патогенов, насекомых, ультрафиолетового излучения и других абиотических факторов [1, 8]. Гликозилированная форма тритерпеноидов улучшает их растворимость и стабильность, что обеспечивает длительное накопление и биологическую активность в тканях растения [1].

Мы провели систематизацию современных данных о ключевых ферментах и транскрипционных факторах, участвующих в биосинтезе и регуляции ТТГ, а также анализ возможностей их индустриального применения. Ключевые группы ферментов, которые были выделены: OSC (оксидоскваленциклазы) — формируют тритерпеновые скелеты; СУР (цитохромы P450) — участвуют в оксигенировании; UGT (гликозилтрансферазы) — обеспечивают гликозилирование, критичное для биологической активности сапонинов [1, 5].

Также мы обнаружили, что биосинтез и накопление тритерпеноидов строго регулируются транскрипционными факторами, среди которых наиболее значимыми являются семейства WRKY, bHLH, R2R3-MYB, TSAR и AP2-ERF [2, 4, 7]. Эти ТФ активируются как химическими стимулами (например, метилжасмонатом), так и биотическими воздействиями, такими как инфицирование [2]. Более того, в регуляции синтетических каскадов значительную роль играет геномная организация, которая может иметь вид кластеризованных или рассеянных генов [3].

С практической точки зрения, тритерпеновые гликозиды имеют огромный биотехнологический и фармацевтический потенциал. Они демонстрируют антимикробную, противовоспалительную и даже противоопухолевую активность [8]. Современные подходы к получению этих соединений включают генетическую модификацию ферментов-регуляторов (например, модификации UGT с улучшенной каталитической эффективностью) [6], а также использование гетерологичных систем (например, дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*) для их промышленной наработки [3].

Особый интерес представляют такие малоизученные растения, как *Gratiola viscidula* и *Alternanthera reineckii*, которые демонстрируют способность к синтезу уникальных тритерпеновых гликозидов. У *G. viscidula* выявлены гликозиды с выраженной антимикробной активностью, структурно схожие с даммаран-сапонидами [8]. *A. reineckii*, широко используемая в аквариумистике, накапливает тритерпеноиды с характерной циклической структурой, а её высокая адаптивность к стрессам делает её удобной моделью для изучения метаболической регуляции [3].

Таким образом, системное изучение молекулярной регуляции синтеза тритерпеновых гликозидов и расширение круга объектов исследования (включая *Gratiola viscidula* и *Alternanthera reineckii*) позволит создавать эффективные системы для получения тритерпеноидов в масштабах, пригодных для агро- и фармацевтических приложений [8].

Библиографический список

1. Mugford S.T., Osbourn A. Saponin synthesis and function // Isoprenoid synthesis in plants and microorganisms. Springer, 2012. P. 405–424.
2. Ribeiro B., Zhao X., Wang M. A seed-specific regulator of triterpene saponin biosynthesis in *Medicago truncatula* // Plant Cell. 2020. Vol. 32, № 6. P. 2020–2042.
3. Chen R., Liu X., Jia Y. et al. Expanding the structural diversity of terpenes by synthetic biology approaches // Trends in Biotechnology. 2024. Vol. 42, № 6. P. 699–713.
4. Mertens J., Pollier J., Vanden Bossche R. et al. The bHLH transcription factors TSAR1 and TSAR2 regulate triterpene saponin biosynthesis in *Medicago truncatula* // Plant Physiology. 2016. Vol. 170, № 1. P. 194–210.

5. Zhou M., Wang S., Yu D. et al. Identification and analysis of UGT genes associated with triterpenoid saponin in *Sapindus mukorossi* // BMC Plant Biology. 2024. Vol. 24, № 1. P. 1–16.
6. Li J., Zhao X., He Y. et al. Efficient O-glycosylation of triterpenes enabled by protein engineering of plant glycosyltransferase UGT74AC1 // ACS Catalysis. 2020. Vol. 10, № 6. P. 3629–3639.
7. Wen C., Luo H., Zhang R. et al. Transcription factors ZjMYB39 and ZjMYB4 regulate farnesyl diphosphate synthase- and squalene synthase-mediated triterpenoid biosynthesis in jujube // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2023. Vol. 71, № 11. P. 4599–4614.
8. Davidyants E.S. Triterpene glycosides as plant growth regulators: application potential and prospects (a review) // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 2024. Vol. 50, № 7. P. 2730–2752.

УДК 633.161, 633.162

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ СОРТООБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ПО ВЫСОТЕ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

***Выборных Ирина Евгеньевна**, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vybornykh.irina@mail.ru*

***Вертикова Елена Александровна**, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vertikova@rgau-msha.ru*

Аннотация: провели анализ 38 сортообразцов из коллекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева по высоте растений. Стандартом послужил сорт ТСХА 14. В результате выделили три группы сортов. Первая группа – низкорослые сортообразцы, вторая – не имеют достоверных отличий по высоте от стандарта, третья – высокорослые сортообразцы. Образцы из первой группы могут использоваться в качестве родительских форм при селекции на устойчивость к полеганию. Сортообразцы из третьей группы – в селекции кормовых сортов.

Ключевые слова: ячмень яровой, высота растений, устойчивость к полеганию, зеленая масса.

Высота растений это всегда важнейшее направление работы в селекции растений. Данный признак и влияет на направление использования, технологичность сорта, урожайность [2]. При создании сортов ячменя с фокусом на количество и качество зерна (пищевое и пивоваренное использование, производство концентрированных кормов) ведется отбор более низкорослых растений, что необходимо для повышения устойчивости растений к полеганию. При создании кормовых сортов на зеленую массу, упор делается на более высокорослые сорта [4].

В процессе изучения морфологических свойств коллекции сортообразцов ячменя ярового [5], проанализировали 38 сортообразцов по признаку «высота растений» (рис. 1).

По полученным данным, высота растений в изучаемой коллекции колеблется от 44,4 (Формула 1) до 80,4 см (Приморец). В качестве стандарта использовался сорт ТСХА 14, средняя высота которого составила 61,5 см. Сорт ячменя ярового ТСХА 14 создан в Тимирязевской сельскохозяйственной академии, зернофуражный, устойчив к полеганию [1].

По полученным данным провели дисперсионный анализ, уровень значимости – 5% [3]. В результате обработки данных выделили три группы сортообразцов по высоте (табл. 1).

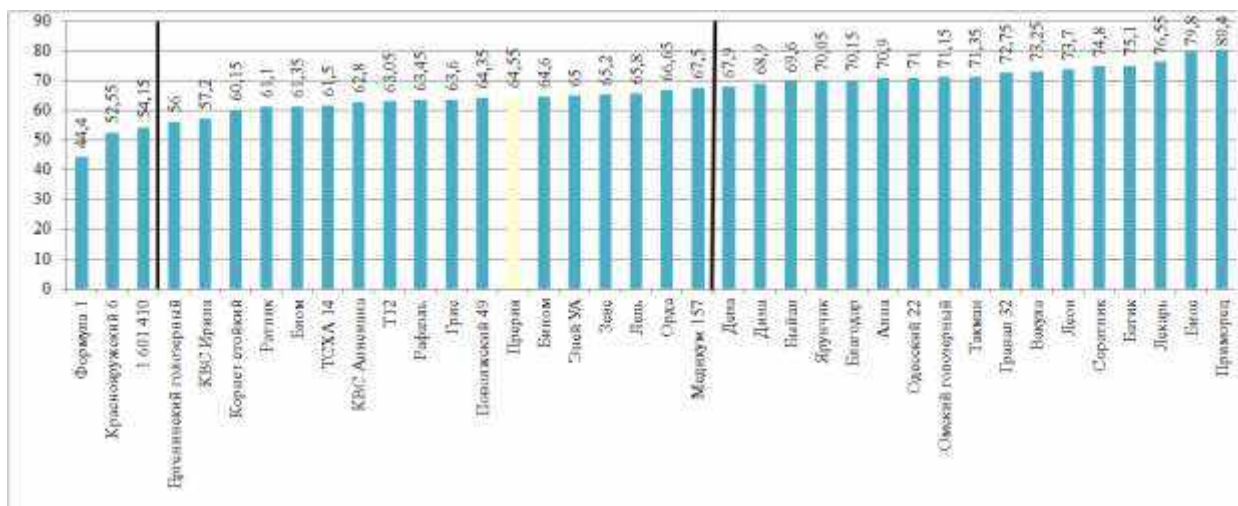


Рис. 3. Высота растений изучаемых сортообразцов, см

Таблица 3

Распределение по группам изученных сортообразцов в зависимости от высоты растений, НСР₀₅ = 6,39

1 группа Средняя высота растений 50,37 см	2 группа Средняя высота растений 67,02 см	3 группа Средняя высота растений 72,09 см
1 601 410	Бином	Дина
Краснояружский 6	Ергенинский голозерный	Одесский 22
Формула 1	Поволжский 49	Батик
	Т12	Лекарь
	Грис	Омский голозерный
	Зевс	Соратник
	КВС Алисиана	Ярунчик
	КВС Ирина	Анна
	Корнет стойкий	Благодар
	Лель	Быйан
	Медикум 157	Вакула
	Орда	Гранал 32
	Прерия	Дева
	Ратник	Леон
	Рафаэль	Приморец
	Эней УА	Такман
		Челябинский 96

Первая группа сортообразцов достоверно ниже стандарта, средняя высота растений составляет 50,37 см. Сюда относятся сортообразцы Формула 1 (44,4 см), Краснояружский 6 (52,55 см), 1 601 410 (54,15 см).

Вторая группа образцов не имеет достоверной разницы по высоте со стандартом. Это сортообразцы Бином (64,6 см), Ергенинский голозерный (56,0 см), Поволжский 49 (64,35 см), Т12 (63,05 см), Грис (63,6 см), Зевс (65,2 см), КВС Алисиана (62,8 см), КВС Ирина (57,2 см), Корнет стойкий (60,15 см), Лель (65,8 см), Медикум 157 (67,5 см), Орда (66,65 см), Прерия (64,55 см), Ратник (61,1 см), Рафаэль (63,45 см), Эней УА (65,0 см). Средняя высота растений данной группы составляет 67,02 см.

Третья группа сортообразцов достоверно выше стандарта, средняя высота растений – 72,09 см. Это образцы Дина (68,9 см), Одесский 22 (71,0 см), Батик (75,1 см), Лекарь (76,55 см), Омский голозерный (71,15 см), Соратник (74,8 см), Ярунчик (70,05 см), Анна (70,9 см), Благодар (70,15 см), Быйан (69,6 см), Вакула (73,25 см), Гранал 32 (72,75 см), Дева (67,9 см), Леон (73,7 см), Приморец (80,4 см), Такман (71,35 см), Челябинский 96 (68,05 см).

Выводы. В результате проведенного исследования проведена оценка 38 сортообразцов ячменя ярового из коллекции РГАУ-МСХА по признаку «высота растений». Дисперсионный анализ позволил выделить 3 группы сортообразцов, отличных по данному признаку.

Первую группу сортообразцов, со средней высотой растений 50,37 см (Формула 1, Краснояружский 6, 1 601 410), рекомендуется использовать для дальнейшего изучения с целью использования в селекции пивоваренных сортов как источник низкорослости.

Третью группу сортов, со средней высотой растений 72,09 см, рекомендуется использовать в селекции кормовых сортов ячменя, в том числе на зеленую массу.

Библиографический список

1. Госсорткомиссия: официальный сайт [сайт]. – 2025. – URL: <https://gossortrf.ru> (дата обращения: 28.05.2025). – Текст : электронный.
2. Гречишкина О. С. Оценка сортов ярового ячменя Оренбургской селекции по ряду хозяйственно-ценных признаков / О. С. Гречишкина, А. А. Новикова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 4(72). – С. 124–133.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Левакова О. В. Селекционная работа по созданию адаптированных к нечерноземной зоне РФ сортов ярового ячменя и перспективы развития данной культуры в Рязанской области / О. В. Левакова // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 1(1). – С. 14–19.
5. Маренкова, А. Г. Вариабельность количественных сортовых признаков у ярового ячменя по годам в условиях центральных районов Нечерноземной зоны / А. Г. Маренкова, С. С. Баженова, Е. А. Вертикова // Селекция и генетика культурных растений – 2024 : Сборник трудов Международной научной конференции, Москва, 02 декабря 2024 года. – Москва: МЭСХ, 2024. – С. 24-27.

УДК:575.222.7

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ В ПОЛИГЕНОМНЫХ ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЯХ

Гаппаров Бунёд Маматкулович, докторант, Научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений. bunyodgapparov20@mail.com

Арсланов Дилмурод Мансурович, младший научный сотрудник, Институт Генетики и Экспериментальной Биологии Растений АНРУз. arslanovdm@yandex.ru

Кушанов Фахриддин Ньматуллаевич, старший научный сотрудник, доктор биологических наук (DSc), профессор, Институт Генетики и Экспериментальной Биологии Растений АНРУз. fakhridinkushanov@gmail.com

Аннотация. В исследовании проанализированы показатели наследования признака масса хлопка-сырца одной коробочки в F_1 поколении трехгеномных гибридных комбинаций. Также определены основные генетические факторы, влияющие на массу хлопка-сырца одной коробочки.

Ключевые слова: хлопчатник, гибрид, геном, хозяйственно-ценные признаки.

Хлопчатник является одним из важнейших волокнистых растений в мире, и его урожайность и качество зависят от показателей веса хлопка-сырца одной коробочки. Признак веса хлопка-сырца одной коробочки играет важную роль в определении не только урожайности, но и качества получаемой продукции. В генетических и селекционных исследованиях, связанных с показателями урожайности, одной из важных задач является выявление генетических факторов, влияющих на этот признак, и анализ особенностей их наследования.

Многие ученые [1, 2, 3, 4.] проводили научные исследования в этой области. В исследованиях этих ученых отмечено, что наследование крупности коробочек у растений F_1 протекает в полностью доминирующем состоянии, а в вариационном ряду растений F_2 гибриды склоняются в сторону родительских форм с крупными коробочками и образование растений с крупными коробочками (трансгрессивных) обусловлено влиянием полигенов.

Известно, что урожайность хлопка измеряется тремя факторами: продуктивностью, урожайностью и валовым сбором. Продуктивность - это урожай, полученный с одного растения, урожайность - это урожай, полученный с площади 1,0 га, а валовой сбор - это урожай, полученный с общей площади. Ученые-селекционеры часто уделяют большое внимание продуктивности. Потому что, когда селекционер начинает работу над созданием сорта, он использует несколько растений и учитывает продуктивность каждого. Продуктивность кустов хлопчатника используется для определения высокоурожайных семей и линий хлопчатника. При этом анализируются показатели количества коробочек на одном растении и веса хлопка-сырца на одной коробочке. Установлено, что у гибридных растений F_2 , полученных с участием линий с разными типами ветвления, показатели массы хлопка-сырца одной коробочки имели высокий коэффициент наследуемости, т.е. находились в пределах от $h^2=0,79$ до $h^2=0,91$. У тонковолокнистых линий выделены рекомбинанты с массой хлопка-сырца одной коробочки более 4,2 г.

Исследования проводились в лаборатории экспериментальной полиплоидии и филогении хлопчатника Института генетики и экспериментальной биологии растений АНРУз и в лаборатории биотехнологии растений Научно-исследовательского института генетических ресурсов растений АНРУз. В качестве объекта исследования был использован дикий тетраплодный вид *G.mustelinum* Miers ex Watt, диплоидный *G.arboreum* L. и внутривидовые разновидности *subsp.nanking* (бурое волокно), *S₁ subsp.nanking* (белое волокно), а также средневолокнистая линия Л-815 вида *G.hirsutum* L., сорт Омад и Генофонд-2 хранящийся в "Уникальном объекте" коллекции генофонда хлопчатника.

Для получения автополиплоидных растений семена образцов хлопчатника, пророщенные до 0,5-1,0 см, обрабатывали в 0,2% растворе колхицина в течение 20 часов.

Коэффициент доминантности (h_p) по хозяйственно-ценным признакам у анализируемых гибридов F_1 рассчитывали по формуле Гриффинга: $h_p = (F_1 - MP) / P - MP$;

где, h_p - коэффициент доминирования;

F_1 - среднее арифметическое признака в первом звене;

MP - среднее арифметическое родительской формы по признаку;

P - средний арифметический показатель лучшей родительской формы по признаку; Наследование признаков у гибридов F₁ оценивалось следующим образом: 1) отсутствие доминантного состояния (hp=0); 2) частичное доминирование (0<hp<1); 3) полное доминирование (hp=1); 4) сверхдоминирование (hp>1).

Все результаты проведенных практических исследований, показатели количественных признаков были проанализированы в статистических программах Б.А. Доспехова и Origin Pro.

Количественные измерения проводились на электронных весах марки "High precision balance gmd3001" (Китай).

Целью данного исследования является изучение наследования признака массы хлопка-сырца одной коробочки в поколении F₁ у трехгеномных гибридных комбинаций, а также эффективное применение методов селекции для улучшения данного признака.

Использовались виды *G.arboreum* L. subsp.*nanking* (бурое волокно) и subsp.*nanking* (белое волокно), *G.mustelinum* Miers ex Watt, линия Л-815 вида *G.hirsutum* L. сорта Омад, Генофонд-2.

В ходе наших исследований были проанализированы исходные данные по массе хлопка-сырца одной коробочки, которая является одним из основных компонентов урожайности у гибридных поколений F₁. При этом отмечено, что у разновидностей вида *G.arboreum* L. в формах subsp.*nanking* (бурое волокно) и subsp.*nanking* (белое волокно) масса хлопка-сырца одной коробочки составила 1,6 г и 1,9 г соответственно, у вида *G.mustelinum* Miers ex Watt этот признак составил 1,4 г. Также установлено, что средневолокнистые сорта Л-815, Омад и Генофонд-2 составили 5,9 г, 6,2 г и 6,4 грамма соответственно.

В комбинациях F₁, полученных методом полиплоидии, также был проанализирован признак веса хлопка-сырца одной коробочки. По результатам анализа у комбинации F₁ *G.mustelinum* Miers ex Watt × subsp. *nanking* (с белым волокном) этот признак составил 1,8 г, коэффициент вариации 16,0%, а коэффициент доминантности hp=0,77, отмечено частичное положительное доминирование формы с высоким показателем по признаку. В комбинации F₁ *G.mustelinum* Miers ex Watt × subsp. *nanking* (бурое волокно) масса хлопка-сырца одной коробочки составила 1,9 г, а коэффициент вариации - 20,3%. Коэффициент доминантности признака составил hp=4,05, и было установлено, что он наследовался по типу положительного сверхдоминирования.

Кроме того, были проанализированы показатели массы хлопка-сырца одной коробочки у растений F₁, полученных путем гибридизации полученных комбинаций S₁ со средневолокнистыми сортами. Отмечено, что в комбинации F₁ (Л-815 × S₁ (*G.mustelinum* Miers ex Watt × subsp. *nanking* с бурым волокном) масса хлопка-сырца одной коробочки составила 3,8 г, а в обратной комбинации F₁ (*G.mustelinum* Miers ex Watt × S₁ subsp. *nanking* с бурым волокном × Л-815) - 1,5 г. В комбинации коэффициент доминантности признака составил hp=-0,07 и hp=-1,04 соответственно, отмечено, что он наследовался в состоянии частичного и полного отрицательного доминирования. Аналогичная ситуация наблюдалась и у реципрочных комбинаций F₁ Омад × (*G.mustelinum* Miers ex Watt × S₁ subsp. *nanking* с бурым волокном) и F₁ (*G.mustelinum* Miers ex Watt × S₁ subsp. *nanking* с бурым волокном) × Омад, где масса хлопка-сырца одной коробочки составила 4,8 г, а у реципрочной комбинации - 2,9 г, а коэффициент доминантности составил hp=-0,35 и hp=-0,53 соответственно.

Таким образом, установлено, что у гибридов F₁ признак масса хлопка-сырца одной коробочки наследовался преимущественно по типу отрицательного доминирования. Хотя масса хлопка-сырца у гибридов F₁ снизилась под влиянием отрицательного доминирования, важно продолжить исследования между этими комбинациями.

Библиографический список

1. Бекмухамедов А.А. Наследование и изменчивость индекса волокна и массы 1000 семян у реципрочных гибридов F₁-F₂ с участием линии генетической коллекции хлопчатника вида *G.hirsutum* L. / Бекмухамедов А.А., Нуриддинов А.Н., Хаитова Ш.Д. [и др.]. Научное обозрение. Биологические науки. – 2024. – № 1. – С. 12-19; ISSN 2500-3399

2. Feng Z. Detection of Stable Elite Haplotypes and Potential Candidate Genes of Boll Weight Across Multiple Environments via GWAS in Upland Cotton / Feng Z., Li L., Tang M. [и др.]. Front Plant Sci. – 2022. – P. 156-182.

3. Абдуллаев А.А. Получение трансгрессивных форм с высокими показателями хозяйственных признаков на основе изучения межвидовых гибридов хлопчатника / Абдуллаев А.А., Ризаева С.М., Эрнazarова З.А. [и др.]. Форм. и разв. с/х науки в XXI веке: Сб. науч. ст. круг. стола.- 25 июня 2016 г. – с. С.Займище, – 2016. – С. 413-421. ISBN 978-5-9908130-3-8

4. Муминов Х.А. Морфобиологическая и хозяйственная оценка диплоидных видов хлопчатника рода *Gossypium* L. / Абдуллаев Ф.Х.- Пробл. сохр. биол. разнoобр. и исп. биол. ресурсов: Мат. III Межд. науч.-практ. конф., посв. 110-лет. со дня рoжд. акад. Н.В.Смольского. – 7-9 октября 2015 г., Минск, Беларусь. – С. 162-166. ISBN 978-985-6777-74-8

УДК 57.084.1, 57.083.3, 571.27

ЭФФЕКТИВНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООЧИЩЕННОЙ ПЕНТАМЕРНОЙ β -СУБЪЕДИНИЦЫ ХОЛЕРНОГО ТОКСИНА (CtxV) В *E. coli* И ЕГО ИЗУЧЕНИЕ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИММУНОПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНИ КРОНА И ДРУГИХ КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Жамгочян Хамесд, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, hamesdja22@gmail.com

Гончаренко Анна Владимировна, к.б.н., с.н.с. группы редактирования геномов микроорганизмов, ФИЦ Биотехнологии РАН, pylaevanna@gmail.com

Ключевые слова: CtxV, β -субъединица холерного токсина, экспрессия, рекомбинантный белок.

Актуальность исследования. Холера остается актуальной проблемой общественного здравоохранения в ряде регионов мира, особенно в условиях недостаточного санитарного контроля и ограниченных ресурсов для профилактики и лечения. Основным средством профилактики является вакцинация, которая в настоящее время включает использование компонентов холерного токсина, в частности, его β -субъединицы (CtxV), обладающей иммуностимулирующими свойствами и способной вызывать защитный иммунный ответ. Высокая потребность в чистом и эффективном производстве CtxV обусловлена необходимостью разработки более безопасных, стабильных и доступных вакцин. Традиционные методы получения белка, используемые в организме-восстановителе, препятствуют массовому и экономически выгодному производству, что стимулирует активные исследования в области генетической инженерии и молекулярной биотехнологии для создания эффективных систем экспрессии белков в моделях, таких как *Escherichia coli*. Это делает задачу поиска оптимальных технологий для получения высокоочищенного CtxV особенно актуальной.

Цель исследования. Основной целью данного исследования являлось создание эффективной системы экспрессии рекомбинантного β -субъединицы холерного токсина в клетках *Escherichia coli*, а также разработка простой и масштабируемой методики получения максимально чистого и функционально сохраненного белка для дальнейшего использования

в медицинских и исследовательских целях. В рамках достижения этой цели поставлено задание оптимизировать условия выращивания, экспрессии и очистки CtxB, а также продемонстрировать возможность получения достаточных по концентрации и качеству образцов белка.

Материалы и методы. Для реализации поставленных задач использовались штаммы *E. coli*, выбранные из коллекции лаборатории. Были конструированы молекулы ДНК с целью экспрессии β -субъединицы холерного токсина, внедренные в векторы с подходящими сигнальными последовательностями (например, OmpA или PelB) для обеспечения транспорта белка через клеточную мембрану и его выделения. Экспрессия белка индуцировалась добавлением изопропил β -D-тиогалактопиранозид (ИПТГ) в средней конечной концентрации 1 mM при достижении целевых условий роста (определенной ОП₆₀₀). Выращивание культур проводилось в синтетической среде M9 с глицерином, что способствует высокой надлежащей экспрессии и простоте очистки продукта. Для фракционирования использовались различные методы – в том числе центрифугирование для получения супернатанта (с помощью гипер- и гипоосмолярных буферов), ресуспендирование клеточного осадка в гипертоническом растворе, выделение периплазматических фракций, а также стандартизированные методы анализа белков — электрофорез в полиакриламидных гелях (ДСН-ПААГ) и иммуноблоттинг. Концентрацию белка определяли спектрофотометрическими методами и спектроскопией ультрафиолетового поглощения. Для оценки концентрации и структуры белка использовались расчеты по коэффициентам экстинкции и молярной экстинкции, а также динамическое светорассеяние для определения размера молекул [1].

Результаты. В результате осуществленных исследований было достигнуто создание системы экспрессии β -субъединицы холерного токсина в *E. coli* с использованием синтетической питательной среды M9, что позволило получить значительную концентрацию белка. После 48 часов индукции условная концентрация целевого продукта в среде достигала до 50 мг/л, из которых была получена очистка в виде высокоочищенной белковой дробы с сохранением пентамерной структуры CtxB. Этот результат свидетельствует о высокой эффективности выбранной системы экспрессии и условий культивирования. В процессе исследования было проведено последовательное разделение культуры: выделение периплазматических, цитоплазматических и внеклеточных фракций для определения локализации белка. Методы электрофореза и иммуноблоттинга подтвердили успешную экспрессию и наличие активной формы белка. Также анализ показал, что использование металл-хелатной хроматографии — метода простого и эффективного выделения — обеспечивает получение высокоочищенного CtxB, пригодного для дальнейших целей.

Выводы. Сконструированная система гетерологичной экспрессии гена β -субъединицы холерного токсина (CtxB) основана на штамме *E. coli* BL21(DE3), трансформированном плазмидой pET22b(+) («Novagen», США). В данной конструкции ген *ctxB* под контролем T7lac-промотора модифицирован заменой нативной лидерной последовательности на сигнальный пептид белка наружной мембраны OmpA *Escherichia coli*, обеспечивающий направленную секрецию целевого продукта.

Наработку рекомбинантного CtxB осуществляли культивированием бактерий в минимальной среде M9 с 2% глицерина в качестве источника углерода при 25°C в течение 18 ч. Очистку белка проводили методом металл-хелатной аффинной хроматографии непосредственно из бесклеточного культурального супернатанта, что обеспечило выделение функционально активной пентамерной формы целевого белка. Данный подход исключил необходимость лизиса клеток и минимизировал контаминацию цитоплазматическими белками.

Заключение. Результаты исследования подтверждают перспективность разрабатываемой системы для массового производства белка CtxB — компонента вакцин против холеры. Методы, реализованные в рамках работы, позволяют получать достаточно

высокий выход функционально сохраненного белка при относительно простых условиях культуры и очистки. В дальнейшем необходимо провести масштабирование процесса, оптимизировать параметры экспрессии и очистки, а также провести иммунологические исследования полученного продукта для подтверждения его потенциальных вакцинных свойств. Эти достижения создают основу для развития промышленного производства безопасных и эффективных вакцинных компонентов, что актуально для борьбы с холерой и улучшения системы профилактики инфекционных болезней.

Библиографический список

1. Жамгочян, Х. Создание системы гетерологичной экспрессии и оптимизация способа наработки β -субъединицы холерного токсина в клетках *E. coli* / Х. Жамгочян, М.В. Замахаев, Н.Н. Случанко, А.В. Гончаренко, М.С. Шумков // Биохимия. - 2023. - Т. 88. - №. 9. - С. 1581–1596. doi: 10.31857/S0320972523090105.

УДК 633.174

ОЦЕНКА СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ Нечерноземной зоны РФ

Иброгимов Рустам Фирдавсович, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bacchus.geschenke@yandex.ru

Семёнова Ксения Ильинична, студент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, SemanovaKsu0309@gmail.com

Симагин Александр Дмитриевич, ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alexander.d.simagin@yandex.ru

Аннотация: В работе представлены результаты исследования энергии прорастания и высоты главного стебля у растений зернового сорго (*Sorghum bicolor* L.). Проведён дисперсионный анализ, который выявил статистически значимые различия между группами. Полученные данные могут служить основой для дальнейших исследований по селекции зернового сорго в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Ключевые слова: сорго зерновое, энергия прорастания, высота стебля, дисперсионный анализ.

В условиях рынка проблема повышения эффективности отраслей сельского хозяйства становится первостепенной, так как результативность хозяйственной деятельности во многом определяет возможность расширенного воспроизводства и уровень удовлетворения потребностей общества в продуктах питания и сельскохозяйственном сырье. Значительную долю в структуре сельского хозяйства определяют зернокармливые культуры, которые составляют основу в развитии животноводства. Увеличение производства животноводческой продукции во многом сдерживается недостаточным ростом производства фуражного зерна и зелёной массы как в целом в России, так и в большинстве производящих регионов [1, 2].

Внедрение наиболее засухоустойчивых культур в структуру посевов позволит повысить экономическую эффективность данной отрасли. Одной из таких культур является сорго, которое характеризуется высокой засухоустойчивостью, жаростойкостью, способностью формировать высокую урожайность зерна и зелёной массы даже при недостатке влаги и повышенном температурном режиме [1, 2].

Зерновое сорго (*Sorghum bicolor* L.) является перспективной культурой для

возделывания в различных климатических условиях. Зерновое сорго характеризуется высокой жаровыносливостью и засухоустойчивостью и одновременно стабильностью по продуктивности. Из кормовых однолетних культур, сорго является одним из экономически выгодных культур: хорошо отрастает после скашивания; норма высева семян сорго в 3-5 раз меньше кукурузы и почти в 10 раз меньше бобово-злаковых смесей, а урожайность - существенно превышает последние; при использовании сортов и гибридов зернового сорго разных групп спелости и посевов их в разный срок, достигается гарантированное обеспечение кормами в конкретно намеченные периоды и в необходимом количестве. При этом срок поступления зеленой массы можно изменять в зависимости от сложных условий без существенного влияния на общую производительность посевов, что не наблюдается у других одноукосных однолетних культур. Сорго зерновое, как и сахарное целесообразно использовать как сырье для получения биоэтанола [1, 2].

С целью формирования коллекции сортов пригодных для выращивания в условиях Нечерноземной зоны РФ провели оценку энергии прорастания и высоты главного стебля. Данные показатели являются важными при оценке качества семян и продуктивности растений. Анализ проводили по общепринятым методикам. Стандартный лабораторный метод с использованием чашек Петри и дистиллированной воды позволяет получить результаты при минимальном воздействии внешних факторов. Также измеряли высоту главного стебля трех сортов зернового сорго: Принц, Гарант и Коралл. Семена были предоставлены ФГБНУ РосНИИСК «Россорго».

Исследования проводили на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева в 2024 году. Опыт заложен на полевой опытной станции. В работе изучали высоту главного стебля (см). Для оценки достоверности различий использовали однофакторный дисперсионный анализ в программе Microsoft Excel [4].

Проращивание проводили в чашках Петри диаметром 90 мм с использованием дистиллированной воды в качестве субстрата при комнатной температуре 22–24°C и естественном рассеянном освещении. Для каждого сорта отбирали по 100 неповреждённых семян, которые равномерно распределяли по поверхности увлажнённых фильтровальных бумаг в чашках Петри. Учёт энергии прорастания проводили на 3-и сутки после закладки опыта, считая семена проросшими при появлении корешка длиной не менее 2 мм [3].

В ходе исследования были получены следующие средние значения данных, представлены ниже (таблица 1).

Таблица 1

Энергия прорастания семян зернового сорго

Сорт	Энергия прорастания, %	Высота стебля, см
Принц	93	162
Гарант	83	117
Коралл	85	112

Результаты исследования показали, что наибольшая энергия прорастания отмечена у сорта Принц, что может быть связано с его генетическими особенностями и качеством семян. Сорта Гарант и Коралл имели энергию прорастания 83 % и 85 %, соответственно, что указывает на их хорошую всхожесть. По высоте растения следует выделить сорт Принц, значение признака у которого составило 162 см. Дисперсионный анализ указанного признака показал, что при уровне значимости $p < 0,05$ нулевая гипотеза о равенстве средних отвергается. Это свидетельствует о наличии статистически значимых различий между сортами (таблица 2).

Так же F-критерий (11,9) превышает критическое значение (3,88), что подтверждает значимость различий.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа, 2024 г.

Источник вариации	SS	df	MS	F	P	F
Между группами	7164	2	3582	11,9	0,001404	3,885294
Внутри групп	3603	12	300	-	-	-
Итого	10767	14	-	-	-	-

Таким образом, изучение энергии прорастания сортов зернового сорго (Принц, Гарант, Коралл) показало, что все изученные образцы обладают высокими посевными качествами. Энергия прорастания на 3-и сутки составила от 83% до 93%, что свидетельствует о хорошей жизнеспособности семян, их высокой физиологической активности и способности к дружному прорастанию.

В условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации сорт Принц в 2024 году имел наибольшую высоту 162 см, а сорта Гарант и Коралл – 117 см и 112 см, соответственно. Для оценки нормы реакции генотипа и влияния условий выращивания изученные сорта включили в коллекционный питомнике 2025 года.

Библиографический список

- Вертикова Е.А. Изучение исходного материала для селекции зернокармливых культур / Е.А. Вертикова / Аграрный научный журнал. 2018. № 3. С. 3-8.
- Вертикова Е. А. Селекция зернокармливых культур в условиях Поволжья //Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2016. – №. 9 (81). – С. 74-93.
- ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести [Текст]. – Введ. 2006-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]: / Б.А. Доспехов // 6-е издание, переработанное. М.: Альянс. – 2014. – 352 с.

УДК 57.085.23

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА КЛЕТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ *OSIMUM L*

Кондратьева Юлия Александровна, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dudina.biotech@gmail.com

Калашникова Елена Анатольевна, д.б.н., ведущий научный сотрудник Института физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН, kalash0407@mail.ru

Киракосян Рима Нориковна, к.б.н., доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mia41291@mail.ru

Аннотация: *Ocimum L.* (базилик) является широко известной культурой, обладающей полезными для человека свойствами благодаря наличию в составе камфоры, оцимена, сапонинов, метилхавинола, цинеола, а также витаминов (B2, PP, аскорбиновая кислота, рутин, каротин). Базилик активно используется в медицине, в кулинарии и пищевой промышленности. Такому большому спектру применения способствуют содержащиеся в нем вторичные метаболиты. Процентное содержание и качественный состав эфирных масел могут варьироваться в зависимости от сорта растения, а также от условий произрастания. Применение культуры *in vitro*, которая дает возможность контролировать, поддерживать и изменять условия культивирования, позволяет избежать колебания компонентного состава сырья из растений базилика. Для синтеза веществ, используемых при создании

лекарственных препаратов, используется суспензионная культура, полученная из каллусной культуры, которая загружается в биореактор. Такие условия культивирования позволили бы наладить производство ценных веществ в промышленных масштабах. Сейчас во всем мире наблюдается тренд на использование альтернативных питательных сред и биостимуляторов органического происхождения, которые уменьшают стоимость применяемого биотехнологического процесса и поддерживают необходимую скорость роста культур клеток высших растений *in vitro*. В ходе работы были изучены особенности каллусогенеза *Ocimum basilicum* L. *in vitro*. Стеблевые и листовые экспланты получали из асептических растений базилика, возраст которых составлял 1,5 месяца, и культивировали на питательной среде с определенным гормональным составом. За основу была взята питательная среда Мурасиге и Скуга (MS), а также питательные среды на основе микроскопической водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris*), являющейся органическим биостимулятором для растений. В результате проведенных исследований установлено, что состав питательной среды оказывает существенное влияние на процесс каллусогенеза.

Ключевые слова: базилик, каллус, хлорелла, микроводоросли

Введение. Подсемейство *Nepetoideae* семейства *Lamiaceae* включает в себя род Базилик (*Ocimum* L.), представленный 67 видами однолетних и многолетних травянистых растений и кустарников [1]. С XVI века базилик стал широко известен и приобрел популярность при использовании в кулинарии в качестве пряного растения, а также в пищевой промышленности.

Базилик душистый (*O. basilicum* L.), являясь типичным представителем рода, содержит определенный пул биологически активных веществ. Входящие в состав эфирные масла, дубильные вещества, а также флавоноиды, антоцианы и иные фенольные соединения, составляют основную массу биологически активных веществ. Кроме них в базилике душистом содержатся гликозиды, сапонины, аскорбиновая кислота, клетчатка, сахара и минеральные вещества. Установлено, что растения базилика с мелкими листьями аккумулируют на 10% больше эфирного масла, чем с крупными. Это растение используют как источник сырья для производства рутина, витамина Р и каротина [2].

Выращивание культур клеток и тканей *in vitro* дает возможность ученым управлять количественным и качественным составом биологически активных веществ в растении. Этот метод позволяет создавать оптимальные режимы культивирования и регулировать синтез целевых продуктов с помощью использования элиситоров различной природы. Данный метод используют как альтернативу получению биологически активных веществ химическим путем [4,5].

Известно, что фитогормоны и регуляторы роста, входящие в состав питательной среды, оказывают непосредственное влияние на формирование каллусной ткани. При этом ауксины обеспечивают процесс дедифференцировки клеток, а цитокинины стимулируют их пролиферацию. Процесс каллусогенеза зависит не только от гормонального состава питательной среды, но и от видовых и сортовых особенностей растения-донора, а также от типа первичного экспланта и эндогенного содержания гормонов в нем. В таких условиях формируется каллусная ткань, которая может различаться по цвету, месту ее формирования, консистенции, скорости роста, регенерационной способности и т.д. из-за разных вариантов гормонального состава питательных сред [6].

В настоящее время учеными по всему миру ведутся разработки альтернативных питательных сред для применения в культуре клеток и тканей *in vitro* и биостимуляторов органического происхождения. Использование новых питательных сред с органическим составом дает возможность отказаться от применения дорогих компонентов питательных сред при сохранении и увеличении биосинтетического потенциала культур клеток высших растений *in vitro*. Органическим продуктом является микроводоросль хлорелла, богатый

состав которой создает предпосылки для широкого использования ее в различных областях деятельности человека, в том числе в биотехнологии [7].

Цель исследований: изучить влияние условий культивирования на клеточные культуры *O. basilicum* L. и возможность использования суспензии хлореллы в качестве заменителя традиционно используемых для культуры *in vitro* питательных сред.

Для получения каллусной ткани базилика душистого (*O. basilicum* L.) использовали семена сорта Фиолетовый крупнолистный (ООО Агрофирма «Аэлита»).

Стерилизацию семян проводили 5% раствором NaOCl в течение 10 мин, после чего семена промывали стерильной дистиллированной водой 3 раза и затем помещали их в чашки Петри (d=90 мм) на безгормональную питательную среду MS [7], содержащую агар-агар. pH среды составлял 5,6–5,8. Чашки Петри с семенами выращивали в световой комнате, где поддерживалась температура $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 16-ти часовой фотопериод и освещение белыми линейными люминесцентными лампами (производство OSRAM AG, Германия), интенсивность освещения составляла $150 \text{ мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$. Спустя 2 недели проростки пересаживали в пластиковые контейнеры (объем – 500 мл), в которые заранее была разлита среда MS без гормонов, что необходимо для формирования асептических растений с правильной морфологией.

Все работы по стерилизации семян и введению в культуру *in vitro*, а также по изучению каллусогенеза и морфогенеза проводили в асептических условиях ламинар-бокса.

Каллусную ткань получали из сегментов листовой пластинки и междоузлий асептических проростков. В работе изучали 4 варианта питательных сред: 1 вариант – MS с добавлением 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) в концентрации 1 мг/л, а также 6-бензиламинопурина (БАП) в концентрации 0,5 мг/л; 2-4 варианты – модифицированная суспензия микроводоросли хлореллы с добавлением 2,4-Д (1 мг/л) и БАП (0,5 мг/л). В исследованиях использовали суспензию хлореллы с толстой клеточной стенкой (*Clorella vulgaris* Beijer), широко применяемую в качестве компонента биостимулятора для растений (в состав биостимулятора входят: культуральная водная среда, микроводоросли *C. vulgaris*). Варианты 2-4 питательных сред отличались оптической плотностью используемой суспензии хлореллы, в связи с чем варьировалось и содержание хлореллы и продуктов ее метаболизма в готовой питательной среде: вариант 2 – D=1,8, вариант 3 – D=0,9, вариант 4 – D=0,45. Готовые питательные среды доводили до значения pH 5,6-5,8, причем изначально данный параметр для вариантов 2-4 составлял 6,59, 6,68 и 6,71 соответственно.

Эксперимент проводили в десятикратной аналитической и трехкратной биологической повторности.

Средние значения всех данных рассчитывали с помощью Microsoft Excel 2013 (Microsoft, США). В таблицах представлены средние арифметические значения и доверительные интервалы.

Применяемая нами схема стерилизации позволила получить в 97,6% случаев стерильную культуру. Начало прорастания семян было отмечено на 5-е сутки, а формирование проростков – на 14-е сутки. В этих условиях выращивания наблюдали формирование не только семядольных листьев, но и первых настоящих листьев, имеющих правильную морфологию.

В конце первого цикла выращивания (6 недель) полученные растения черенковали и помещали на различные варианты питательных сред, содержащих минеральные соли по прописи MS, а также 2,4-Д (1 мг/л) и БАП (0,5 мг/л) и разные концентрации суспензии микроводоросли хлореллы. Установлено, что во всех исследуемых вариантах наблюдали формирование каллусной ткани, которая отличалась по интенсивности образования. Основные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние состава питательной среды и типа первичного экспланта на частоту каллусогенеза *O. basilicum* сорта Фиолетовый крупнолистный

Тип среды	Частота каллусогенеза, %
Листья	
MS + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	86,7±4,3
Суспензия хлореллы (D=1,8) + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	46,7±2,3
Суспензия хлореллы (D=0,9) + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	40,0±2,0
Суспензия хлореллы (D=0,45) + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	26,7±1,3
Междоузлия	
MS + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	93,3±4,7
Суспензия хлореллы (D=1,8) + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	53,3±2,7
Суспензия хлореллы (D=0,9) + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	33,3±1,7
Суспензия хлореллы (D=0,45) + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л)	26,7±1,3

На основании проведенных исследований установлено, что в варианте MS + 2,4-Д (1 мг/л), БАП (0,5 мг/л) каллусная ткань формировалась светло-фиолетового цвета, имела среднюю плотность и состояла из неоднородных по форме и размеру, сильно вакуолизированных вытянутых паренхимоподобных клеток.

Следует отметить, что плотность каллусной ткани увеличивалась в вариантах с различным содержанием суспензии хлореллы, при этом цвет менялся от светло-коричневого до темно-коричневого, а оттенок не зависел от концентрации хлореллы в суспензии. Кроме того, на средах с различным содержанием суспензии хлореллы отмечалось формирование корней и листьев в каллусной ткани. Причем интенсивный органогенез наблюдался в варианте с присутствием суспензии хлореллы с оптической плотностью D=1,8. Уменьшение концентрации хлореллы в суспензии приводило к снижению основных морфометрических показателей каллусной культуры и формированию органов (листьев, корней) в каллусе. Вероятно, способность дедифференцированных клеток к дифференцировке была определена содержанием метаболитов хлореллы в культуральной жидкости. Известно, что хлорелла выделяет в питательную среду биологически активные вещества, а также витамины, антиоксиданты и целый комплекс веществ, избыток которых может влиять на переход от каллусогенеза к морфогенезу. Механизм такого действия суспензии хлореллы до конца еще не исследован и требует дополнительного изучения.

Библиографический список

1. World Flora Online (WFO) : официальный сайт. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://www.worldfloraonline.org> (дата обращения: 10.05.2025). – Текст : электронный.
2. Chemical study of the composition of grass *Ocimum basilicum* L. anthocyanins / D.I. Pisarev, K.A. Alekseeva, O.O. Novikov [et al.]. – Текст : непосредственный // Nauch. rez. biomed. issl. – 2015. – Vol. 1, №4. – С. 119.
3. Калашникова, Е.А. Культура тканей и клеток растений : учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – Москва : КноРус, 2023. – 238 с. – Текст : непосредственный.
4. Management of Biosynthetic Potential of Aseptic Plants and Callus Cultures of *Ocimum basilicum* L. In Vitro / M.Y. Cherednichenko, O.B. Polivanova, D.A. Khlebnikova [et al.]. – Текст : непосредственный // Russ J Plant Physiol. – 2023. – №70. – С. 170.
5. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по сельскохозяйственным, естественно-научным и педагогическим специальностям / под. ред. В. С. Шевелухи. – Изд. 4-е, значительно перераб. и доп. – Москва : URSS, сор. 2015. – 700 с. : ил., табл.; 22 см. – ISBN 978-5-9710-0982-5. – Текст : непосредственный.

6. Патент №2804965 Российская Федерация, МПК A01H 4/00 (2006.01), СПК A01H 4/00 (2023.05). Способ культивирования растений *in vitro* разных таксономических групп : №2023113032: заявл. 19.05.2023 : опубл. 09.10.2023 / Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н., Дудина Ю.А. ; заявитель ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. – Текст : непосредственный.

7. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog. – Текст : непосредственный // *Physiol. Plant.* – 1962. – №15. – С. 473.

УДК 57.085.23

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ MSM НА ПРОЦЕСС ВТОРИЧНОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В КУЛЬТУРЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ МИКРОСПОР *IN VITRO*

Кулаков Юрий Владимирович, младший научный сотрудник лаборатории репродуктивной биотехнологии в селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ФНЦО, ФГБНУ «Федеральный Научный Центр Овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО), аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ykulakov12@yandex.ru

Аннотация: Отмечено положительное влияние повышенной кислотности (pH=6,3) регенерационной питательной среды MSm на конечный выход вторичных эмбрионов у одного из двух изученных генотипов моркови столовой, полученных в культуре изолированных микроспор *in vitro* по сравнению со стандартным значением (pH=5,8).

Ключевые слова: вторичный эмбриогенез, кислотность среды

Известно, что применение методов ускоренной селекции растений позволяет получить полностью гомозиготные селекционные линии по всем признакам за одно поколение (1-2 года), тогда как традиционная селекция достигает необходимого уровня гомозиготности лишь в течение 7-14 лет в зависимости от продолжительности жизненного цикла. Это является основным преимуществом технологий получения удвоенных гаплоидов (ДН-растений) [1]. Наиболее распространенными ДН-технологиями в настоящее время является культура изолированных пыльников/микроспор (андрогенез), культура неопыленных семяпочек (гиногенез), метод элиминации хромосом (bulbosum-метод), опыление завязей чужеродной пылью (метод гаплоиндукции), опыление γ -облученной пылью, индуцированный апомиксис.

Культура изолированных микроспор *in vitro* в сравнении с остальными методиками является наиболее предпочтительным методом получения ДН-растений у *Daucus carota* L., хотя культура пыльников и неопыленных семяпочек *in vitro* также применяются для получения гаплоидов и удвоенных гаплоидов у этого вида. Это связано с тем, что процессы выделения пыльников и семяпочек из бутонов моркови являются крайне трудоемкими: сами бутоны крайне малы и их морфология является достаточно сложной. Помимо этого, у *Daucus carota* L. в культуре неопыленных семяпочек и изолированных пыльников существует риск образования эмбрионов в том числе и из соматических тканей растения. Для подтверждения гаметофитного происхождения и гомозиготности полученных растений в этом случае требуется проводить дополнительный изоферментный или ДНК-анализ. Отсутствие соматических тканей в культуре изолированных микроспор *in vitro* в этом случае решает все проблемы [2].

Основными критическими факторами при получении удвоенных гаплоидов моркови столовой являются следующие: подбор индукционной и регенерационной питательной среды, генотип растения, определенная стадия развития гаметофита, протокол

предобработки растительных эксплантов. *Daucus carota* L. является достаточно привлекательной культурой для получения удвоенных гаплоидов вне зависимости от того, какая технология будет применяться: у моркови часто происходит спонтанное удвоение хромосомного набора и ее эмбриониды в дальнейшем способны достаточно хорошо регенерировать [3].

Как известно, для *Daucus carota* L. в культуре изолированных микроспор *in vitro* начиная с глобулярной стадии развития эмбриоида характерно формирование вторичных эмбрионидов на поверхности первичных [4]. Таким способом с одного первичного эмбриоида можно получить от нескольких десятков до нескольких тысяч вторичных эмбрионидов. На генотипах растений моркови столовой №4 и №72 было изучено влияние кислотности регенерационной среды MSm с 2% сахарозой и 0,2 мг/л кинетина на выход и развитие вторичных эмбрионидов. Кислотность регенерационной питательной среды является важным фактором, поскольку она влияет на поглощение питательных веществ, а также на ферментативную и гормональную активность у полученных эмбрионидов. Для некоторых с/х культур было показано, что увеличение кислотности питательной среды благоприятно сказывалось на выходе эмбрионидов в культуре *in vitro*, а для моркови таких исследований ранее не проводилось. Согласно опубликованным протоколам, pH питательных сред для регенерации растений из эмбрионидов моркови равна 5,8. В нашем исследовании были протестированы питательные среды MSm с разным уровнем pH среды: 5,3; 5,8 (контроль); 6,3. Культивирование проводилось в чашках Петри диаметром 6 см с добавлением 5 мл питательной среды. Наблюдения проводились в течение 28 суток.

Подсчет точного количества вторичных эмбрионидов проводился при помощи специализированной программы ScopePhoto.

По результатам проведенных исследований на двух генотипах можно отметить, что количество образовавшихся вторичных эмбрионидов при использовании этих питательных сред очень существенно различалось (от $2 \pm 1,34$ шт. до $293,83 \pm 171,22$ штук) (таблица 1).

Таблица 1

Выход вторичных эмбрионидов *Daucus carota* L. у генотипов №4 и №72 (в шт.)

Генотипы	Уровень pH среды для генотипов №4 и №72		
	5,3	5,8	6,3
№4	$138 \pm 45,1^a$	$204,17 \pm 63,19^a$	$293,83 \pm 171,22^a$
№72	$2,17 \pm 1,92^{bc}$	$2,0 \pm 1,34^b$	$27,17 \pm 18,34^a$

Было показано, что на такие различия в первую очередь оказало влияние фактор генотипа, а также морфологии первичных эмбрионидов (Рис. 1.).

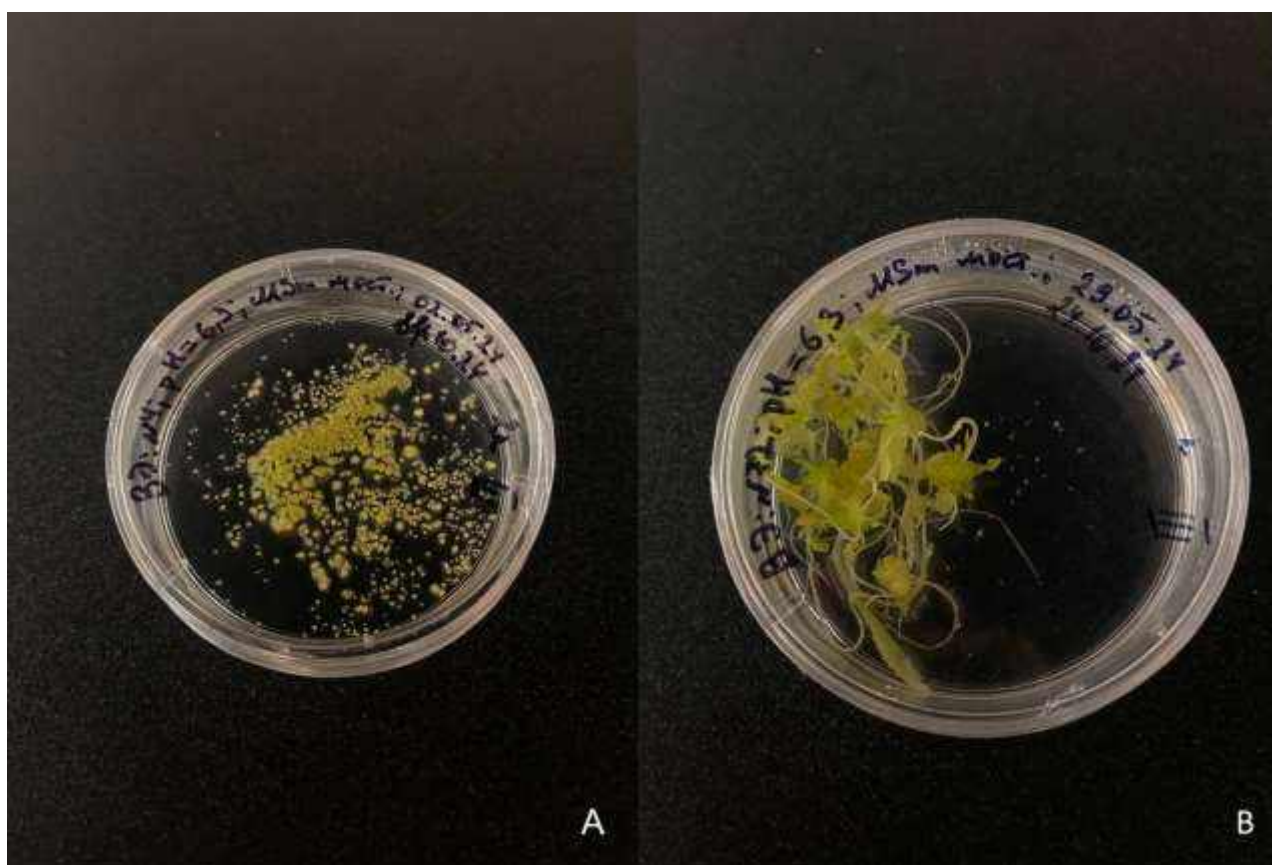


Рис. 1. Полученные эмбрионы моркови столовой на регерационной среде MSm спустя 28 дней культивирования (А – эмбрионы генотипа №4; В – эмбрионы с.о. №72)

Количество вторичных эмбрионов, полученных из генотипа №4 было многократно больше по сравнению с генотипом №72. Однако полученные вторичные эмбрионы у генотипа №4 развивались достаточно сложно, поскольку в большей части были аномальными и обводненными. В дальнейшем из таких эмбрионов очень сложно было получить полноценные растения-регенеранты. Данная проблема может быть тесно связана с морфологией первичного эмбриона, который из-за неправильной формы достаточно часто развивался через каллус.

Для питательных сред с $pH=5,3$ и $pH=5,8$ у обоих генотипов не было обнаружено достоверной разницы по выходу вторичных эмбрионов. При этом повышение уровня pH среды относительно контрольного значения до 6,3 достоверно оказало положительное влияние на выход вторичных эмбрионов у генотипа №72, тогда как фактор кислотности среды не оказал влияния на процесс вторичного эмбриогенеза моркови столовой у генотипа №4. Фактор генотипа оказался существенно значимым. Было отмечено, что полученные вторичные эмбрионы генотипа №72 были правильной формы и развивались по стандартному пути прямого эмбриогенеза, в результате которого в дальнейшем были получены полноценные гаплоидные растения, успешно прошедшие этап удвоения хромосомного набора в рамках эксперимента по полиплоидизации. В дальнейшем, полученные удвоенные гаплоидные растения после прохождения адаптации и получения семенного потомства, могут быть включены в селекционный процесс в качестве новых выровненных линий.

Библиографический список

1. Seguí-Simarro J.M. et al. Species with haploid or doubled haploid protocols / General Topics, Alliaceae, Cereals. — Methods in Molecular Biology. — 2021. — Vol. 2287 (1), pp. 41–103.

2. Домблидес Е.А., Белов С.Н., Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф. Получение удвоенных гаплоидов огурца (*Cucumis sativus* L.) / Овощи России. — 2019. — №5, с. 3–14.
3. Kielkowska A., Kiszczak W. History and Current Status of Haploidization in Carrot (*Daucus carota* L.) / Agronomy. — 2023. — Vol. 13, p. 676.
4. Shmykova N. et al. Haploid embryogenesis in isolated microspore culture of carrots (*Daucus carota* L.) / Life. — 2021. — Vol. 11, No. 1, p. 20.

УДК 631.527

ОЦЕНКА ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И СЕЛЕКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Куранова Кристина Николаевна, аспирант кафедры агротехнологий ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева», xkn87@yandex.ru

Аннотация: Данная статья отражает полную аналитическую оценку отрасли сельского хозяйства и селекции на территории Астраханской области. Ключевым моментом является сравнение в разрезе по объему производства продукции, по прогнозу и наличию посевных площадей, а также ценового сегмента.

Ключевые слова: сельское хозяйство, селекция, аналитическая оценка, вершинная гниль, томаты.

В начале своей статьи хотела бы отметить успехи Астраханского региона, достигнутые по итогам 2024 года. Сегодня мы вспомним самые главные новости, которые или повлияли на жизнь каждого агрария, местного жителя, или просто не остались незамеченными. Астраханские фермеры удержали лидерские позиции в плане производства овощей среди других регионов Российской Федерации.

Объем производства овощебахчевой продукции и картофеля составил 2,7 млн тонн с ростом 106% к уровню прошлого года, в том числе по видам:

- овощей – 1939,8 тыс. тонн (рост 108%);
- картофеля – 473 тыс. тонн (рост 102%);
- бахчевых – 280 тыс. тонн (рост 101%).

Объем производства зерновых составил 76,9 тыс. тонн, из них риса – 38,4 тыс. тонн, с ростом 159%.

По состоянию на 31 января 2025 года в Астраханскую область для проведения весенне-полевых работ поступило 2 789 тонн ф.в (1 297 тонн д.в.) минеральных удобрений, что составляет 112% (по ф.в.) к аналогичному периоду 2024 года (*годовая потребность 44,792 тыс. тонн физ. веса (22,663 тыс. тонн д.в.)*). Средний объем внесения минеральных удобрений на 1 га – 238 кг д.в. на 1 га.

Поставка средств защиты растений в регион осуществляется своевременно. Достигнута договоренность с основными поставщиками СЗР по обеспечению сельскохозяйственных товаропроизводителей в полном объеме.

Поставка горюче-смазочных материалов на проведение сезонных полевых работ производится без перебоев в объемах, необходимых для проведения механизированных сельскохозяйственных работ. Стоимость ГСМ по состоянию 21.01.2025 составляла: дизельное топливо (зимнее) – 72 100 руб./тонну (на аналогичный период прошедшего финансового года – 58 500 руб./тонну) рост стоимости составил 23%, бензин АИ-92 – 63 600 руб./тонну (на аналогичный период прошедшего финансового года – 53 800 руб./тонну);

Для проведения полного спектра сельскохозяйственных работ объем потребности в горюче-смазочных материалах составляет 27,6 тыс. тонн.

На территории Астраханской области ФГБУ «Астраханмелиоводхоз» ведет подготовку к поливному сезону 2025 года и заключению договоров на подачу воды для орошения с сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Также стоит отметить, что в хозяйствах Астраханской области аграриями своевременно подготовлена сельскохозяйственная техника к весенне-полевым работам 2025 года. Всего в состав машинотракторного парка входит более 4,3 тыс. тракторов и комбайнов различной модификации.

В целом по отрасли растениеводства прогноз посевных площадей сельскохозяйственных культур на 2025 год составляет 98,4 тыс. га с ростом 106% (в 2024 году – 92,5 тыс. га), из них:

- под зерновые культуры – 29,3 тыс. га с ростом 127% (в 2024 году – 23 тыс. га), в т.ч. рис – 14,5 тыс. га. Планируемый объем производства – 104 тыс. тонн, в том числе риса 65 тыс. тонн с ростом 170%;

- овощи – 28,4 тыс. га с ростом 103% (в 2024 году – 27,6 тыс. га). Планируемый объем производства 1956 тыс. тонн с ростом 101%;

- картофель – 13,2 тыс. га с ростом 102% (в 2024 году – 12,9 тыс. га). Планируемый объем производства 480 тыс. тонн с ростом 101,5%;

- бахчевые – 8 тыс. га на уровне 2024 года. Планируемый объем производства 280 тыс. тонн на уровне 2024 года;

- прочие культуры (включая кормовые) – 19,5 тыс. га на уровне 2024 года.

По итогам 2024 года посевная площадь составила 92,5 тыс. га с ростом 101%, в том числе в организованном секторе экономики (СХП и КФХ) 87,8 тыс. га с ростом 102% к 2023 году, из них:

- овощи открытого грунта – 28,8 тыс. га с ростом 101% (2023 г. – 28,4 т. га);

- картофель – 13,1 тыс. га на уровне 2023 года;

- бахчевые – 8,1 тыс. га с ростом 109% (2023 г. – 7,5 тыс. га);

- зерновые – 23,1 тыс. га, с ростом 106% (2023 г. – 21,7 тыс. га).

- прочие (включая кормовые) – 19,5 тыс. га, на уровне прошлого года.

По предварительным данным объем производства овощебахчевой продукции и картофеля составил 2,7 млн тонн с ростом 106% к уровню прошлого года, в том числе по видам:

- овощей – 1939,8 тыс. тонн (рост 108%);

- картофеля – 473 тыс. тонн (рост 102%);

- бахчевых – 280 тыс. тонн (рост 101%).

Объем производства зерновых составил 76,9 тыс. тонн, из них риса – 38,4 тыс. тонн, с ростом 159%.

В текущем году приступили к реализации масштабных инвестиционных проектов ООО «АПК Ресурс» (производство риса), ООО «ТОМАРИНА» и ООО «Белая Дача Волга» (производство овощей с последующей переработкой), а также вышли на проектную мощность ООО «ТК «КЕДР» (производство овощей закрытого грунта). [2].

Обеспечение материально-техническими ресурсами. С начала года аграриями приобретено 44,792 тыс. тонн физ. веса (22,663 тонн д.в.). Суммарно с учетом переходящего остатка 2023 г (46,6 тыс. т.д.в.) обеспеченность составила 116% к потребности 2024 года.

Проблем с поставками удобрений на территорию Астраханской области нет, дефицит отсутствует. Цены на основные виды удобрений стабильные, однако присутствуют сезонные колебания в ценообразовании.

Для проведения полного спектра сельскохозяйственных работ в 2024 году, объем потребности в ГСМ составил всего 27,6 тыс. тонн.

Проблем с дефицитом ГСМ не наблюдалось. Стоимость топлива за последний месяц (декабрь 2024 г.) сохранилась на одном уровне и составила на дизельное топливо – 73600

руб. т., бензин – 67600 руб. т. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года цена увеличилась по дизельному топливу на 25%, по бензину на 18%.

В рамках материально-технического обеспечения приобретено 450 ед. (2023 – 491 ед.) сельскохозяйственной техники и оборудования на сумму более 1,6 млрд рублей, в том числе 230 тракторов (2023 год – 234 ед.).

Реализация мероприятий в рамках Государственной программы является для региона приоритетным направлением. В рамках программных мероприятий осуществлен ввод мелиорируемых земель сельскохозяйственного назначения за счет проведения гидромелиоративных мероприятий – 10 тыс. га и культуртехнических мероприятий – 420 га. В 2025 году прошли отбор проекты по мелиорации в рамках которых планируется обеспечить ввод 3,6 тыс. га. Кроме того, внедрено новое направление «химическая мелиорация» которое позволит восстановить плодородие пашни на площади 4,9 тыс. га.

С учетом увеличения спроса на Астраханскую продукцию, включая экспорт, ежегодно наращиваются мощности по хранению плодоовощной продукции и картофеля. Так по итогам года единовременная мощность хранения составила 228 тыс. тонн с приростом к уровню 2023 года на 13 тыс. тонн (на 6%) (2023 г. - 215 тыс. тонн). Мощность картофелехранилищ составляет 110 тыс. тонн, под плодоовощную продукцию – 112 тыс. тонн.

Также прогнозируется прирост объема переработанного овощного сырья и картофеля, который составит более 460 тыс. тонн с ростом на 5% к уровню 2023 года (442 тыс. тонн), что позволит довести производство овощных консервов в широком ассортименте до 350 млн усл. банок.

Селекция в Астрахани охватывает различные аспекты сельского хозяйства, включая разведение растений и животных, а также улучшение сортов с целью повышения их урожайности, устойчивости к заболеваниям и адаптации к местным климатическим условиям. Астраханская область, благодаря своему климату и природным ресурсам, является важным регионом для аграрного сектора России.

В Астрахани активно занимаются селекцией различных сельскохозяйственных культур, таких как овощи, фрукты и злаковые. Например, здесь можно встретить селекционные исследования по томатам, арбузам, дыни, кукурузе и другим культурным растениям, которые хорошо адаптированы к жаркому климату региона. Селекция томатов в Астрахани традиционно связана с созданием устойчивых к местным условиям сортов, которые хорошо адаптируются к жаркому климату и имеют высокую урожайность. Селекционеры работают над созданием сортов, которые менее подвержены распространенным заболеваниям, таким как фитофтороз, вершинная гниль и другие. Вершинная гниль томатов – это распространенное заболевание, которое возникает из-за недостатка кальция в растении, нарушения водного режима или резких колебаний температуры. Признаком этого состояния являются темные пятна на верхушках плодов, которые могут углубляться и приводить к гниению. Для достижения оптимального результата обязательно стоит учитывать особенности региона. Селекция растений, используя достижения генетики и других фундаментальных наук, отвечая на запросы потребителя сельскохозяйственного производства путем повышения качества и количества продукции растениеводства, может реализовать свои достижения только через хорошо отлаженное семеноводство, т.к. семена сортов и гибридов являются объектами рынка. [1].

В результате, стоит отметить, что благодаря государственной поддержки и правильным агротехнологическим приемам и методам для сельхозтоваропроизводителей по разным направлениям достигнуты высокие результаты и увеличение объемов производства продукции в отрасли сельского хозяйства в Астраханском крае.

Библиографический список

1. «Основы селекции и семеноводства. Учебник для вузов» авторов В. В. Пыльнева и А. Н. Березкина. [1].

2. Интернет ресурс: Министерство сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области <https://msh.astrobl.ru/?ysclid=mbb0onvlqw526714531>. [2].

УДК 581.143.6

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ *TAXUS*

Цзин Лян, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Dreawdas@163.com

Зайцева Светлана Михайловна, к.б.н, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, smzaytseva@yandex.ru

Романьков Дмитрий Михайлович, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, romankovdm@gmail.com

Батаева Юлия Викторовна, д.б.н., профессор кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, aveatab@mail.ru

Аннотация: В исследовании оценили антибактериальную активность этанольных экстрактов тиса (*Taxus spp.*) из шести различных географических зон против грамотрицательных и грамположительных бактерий. Экстракт *T. canadensis* (№ 6) оказал наиболее выраженное антибактериальное действие на изоляты *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* (диаметры зоны ингибирования составили $20,0 \pm 1,2$ мм и $13,0 \pm 0,8$ мм соответственно). Экстракт *T. cuspidata* (№ 1) подавлял рост *Pseudomonas aeruginosa* ($15,0 \pm 1,0$ мм). Результаты исследования дают важную экспериментальную основу для разработки новых растительных антимикробных препаратов.

Ключевые слова: *Taxus spp.*; антибактериальная активность; метод дисков; растительные противомикробные средства.

Введение. Поскольку проблема устойчивости к антибиотикам становится все более серьезной, поиск новых антимикробных агентов из природных продуктов стал перспективным направлением исследований. Растения *Taxus spp.* богаты паклитаксолом, полифенолами и флавоноидами. Хотя их противоопухолевая и антиоксидантная активность была глубоко изучена, их антимикробные механизмы еще предстоит выяснить [1]. Существующие исследования показали, что аналоги паклитаксела могут оказывать антибактериальное действие, разрушая микробный цитоскелет, в то время как полифенолы могут оказывать антибактериальное действие, вызывая окислительный стресс [2-4].

В этом исследовании были отобраны 6 репрезентативных образцов тиса, включая дикие растения с различным географическим распространением и годами роста, и оценены их ингибирующее действие на грамотрицательные бактерии (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) и грамположительные бактерии (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*).

Материалы и методы. Для исследования отбирали 6 образцов растений *Taxus spp.*: №1 - *Taxus cuspidata* L., № 2 - *Taxus baccata* L., № 3 - *Taxus baccata* L., № 4 - *Taxus baccata* L., № 5 - *Taxus baccata* L., № 6 - *Taxus canadensis* L.); и четыре лабораторных изолята бактерий, такие как *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*.

Для приготовления экстрактов отбирали 1,0 г свежих листьев, измельчали их, добавляли 1 мл 96% этанола. После отстаивания в течение 1 часа, центрифугировали при 13000 об/мин в течение 5 мин и брали супернатант для проведения экспериментов.

Антибактериальную активность определяли методом дисков [5]. Изоляты бактерий пересевали на плотный ГРМ-агар и культивировали при температуре 37°C в течение 24

часов. Бактериологической петлей отбирали колонии и помещали в стерильную дистиллированную воду, сравнивая со стандартом мутности (0,5 стандарт Макфарланда). После взбалтывания отбирали 200 мкл приготовленной бактериальной суспензии и помещали на пластину питательного агара в чашке Петри, равномерно распределяли стерильным шпателем. Двуслойные стерильные диски из фильтровальной бумаги диаметром 6 мм пропитывали экстрактами и раскладывали на поверхность агара с нанесенной бактериальной культурой. Для пропитывания дисков использовали свежеприготовленные экстракты листьев растений в количестве 40 мкл. В качестве отрицательного контроля использовали 96% этанол. После культивирования при 37 °С в течение 24 ч измеряли диаметр зоны ингибирования. Эксперимент проводили в трёх повторностях.

Результаты и обсуждение. Экстракт № 6 (*T. canadensis*) показал самую большую антибактериальную активность, особенно против *E. coli* и *S. aureus* (рис. 1). Экстракт № 1 (*T. cuspidata*) оказал ингибирующее действие на *P. aeruginosa* (15,0±1,0 мм), но имел слабую активность против других протестированных изолятов.

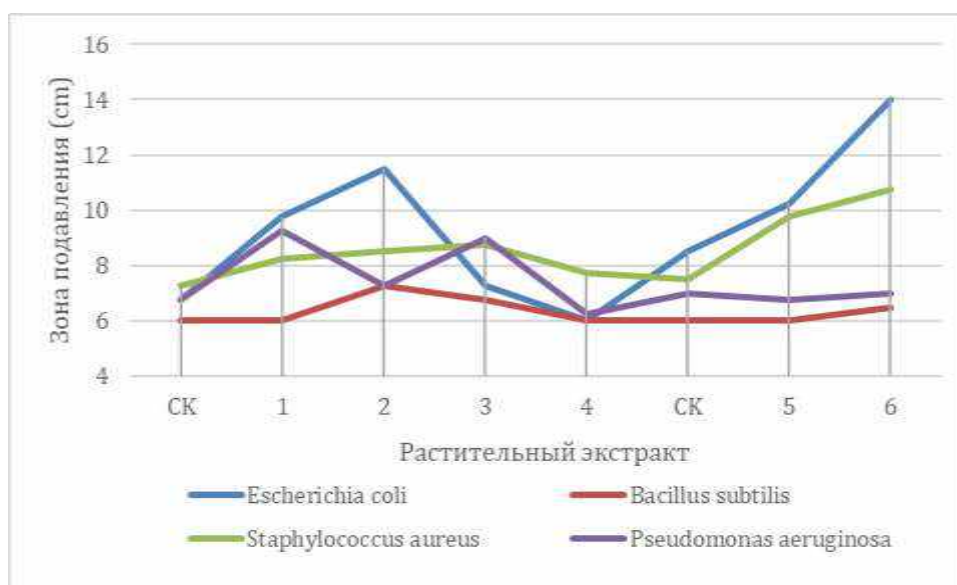


Рис. 1 Антибактериальная активность растений *Taxus*

Географическое распределение и характер роста значительно влияют на антимикробную активность экстрактов. Экстракт *T. canadensis* (№ 6) из Северной Америки показал лучшую антимикробную активность, чем азиатский вариант. Это различие может быть связано с разницей в синтезе и накоплении вторичных метаболитов растений в разных географических зонах. Исследование также показало, что образцы с возрастными деревьями (№ 4 и № 5) имели большую антимикробную активность, в отличие от молодых растений. По нашему мнению, это связано с накоплением метаболитов на определенных стадиях развития растения. *Escherichia coli* была чувствительна к большинству экстрактов *Taxus*, в то время как *Bacillus subtilis* показал устойчивость ко всем исследованным экстрактам растений. Это различие может быть связано со способностью к образованию спор и структурой клеточных стенок бактерий: грамположительные бактерии (например, *Bacillus subtilis*) более устойчивы к вторичным метаболитам растений из-за защитного эффекта их толстого слоя пептидогликана [6].

Исследование подтвердило, что экстракт тиса обладает значительной антибактериальной активностью. Активные компоненты могут разрушать микробный цитоскелет, нарушать энергетический метаболизм. Следующие наши исследования будут связаны с глубоким изучением ключевых антибактериальных компонентов и их молекулярных механизмов действия.

Библиографический список

1. Иванов, А.А. Антимикробная активность экстрактов *Taxus baccata* L. в отношении клинических штаммов *Staphylococcus aureus* / А.А. Иванов, С.Н. Петрова, О.В. Сидорова // Антибиотики и химиотерапия. - 2022. - Т. 67. - № 3(4). - С. 12-18.
2. Козлова, М.А. Сравнительный анализ фитохимического состава и антибактериальной активности различных видов рода *Taxus* / М.А. Козлова, Н.В. Белова, Е.Л. Тихонова // Химия растительного сырья. - 2021. - № 2. - С. 45-52.
3. Зайцева, С.М. Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н., Балакина А.А., Трусков Н.А. Содержание вторичных метаболитов в ариллусе растений *Taxus canadensis* Marsh., определяющих его биологическую активность / С.М. Зайцева, Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян, А.А. Балакина, Н.А. Трусков // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2025. – Т. 28. № 3. – С. 3–9.
4. Смирнов, В.Г. Влияние условий культивирования на накопление биологически активных соединений в каллусных культурах хвойных растений / В.Г. Смирнов, И.А. Федорова, А.С. Дубровина // Физиология растений. - 2020. - Т. 67, № 5. - С. 389-397.
5. Батаева, Ю.В. Противомикробная активность и определение чувствительности микроорганизмов: Учебно-методическое пособие / Ю.В. Батаева, Д.Д. Вилкова, Л.Н. Григорян [и др.] - Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2022. – 104 с.
6. Яковлева, О.Н. Механизмы резистентности *Bacillus subtilis* к фитокомпонентам / О.Н. Яковлева, Ю.А. Тимофеева, В.В. Кузнецов // Микробиология. - 2022. - Т. 91. - № 3. - С. 267-275.

УДК 635.658:631.524.01

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ И ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ЧЕЧЕВИЦЫ ПО ВЫСОТЕ РАСТЕНИЯ И ВЫСОТЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ БОБОВ

Маракаева Татьяна Владимировна, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Омский ГАУ, tv.marakaeva@omgau.org

Аннотация. В период 2022-2024гг изучено 120 образцов чечевицы российского и иностранного происхождения. По результатам фенологических наблюдений установлено, что благоприятными для роста и развития чечевицы оказались очень засушливые условия 2023 года. Генотипирование показало, что в увеличении высоты растения на 2–10 см и высоты прикрепления нижних бобов на 1–8 см значительный вклад внесли KASP-маркеры LcRBContig01123 и LcRBContig0534. В итоге отобраны образцы тарелочной и мелкосеменной чечевицы с набором генов, отвечающих за главные показатели пригодности к механизированной уборке, достоверно превосходящие стандарт по урожайности зерна.

Ключевые слова: чечевица (*Lens culinaris*), коллекционный образец, высота растения, высота расположение бобов, полегание, KASP-маркеры.

За последние несколько лет на российском рынке сельскохозяйственной продукции отмечено увеличение спроса на зерно чечевицы. Высокая популярность культуры не обошла стороной и сибирских сельхозтоваропроизводителей [1]. С ростом спроса произошло ужесточение критериев подбора сортов для возделывания. Основным требованием к сорту является высокий уровень пригодности к механизированной уборке. К первостепенным параметрам, определяющим это, относятся высота растения и высота расположения нижних бобов [2]. При изучении только фенотипа для создания такого сорта потребуется более десяти лет исследований. Использование в селекции молекулярно-генетических методов существенно сокращает время и материально-финансовые затраты [3]. Применение

технологии KASP при генетических исследованиях позволяет на самом раннем этапе селекции чечевицы выявить генотипы, обладающие комбинацией полезных аллелей, которые в последующем возможно включить в программу скрещиваний [4].

В течение трех вегетационных сезонов (2022-2024 гг.) на территории учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омская обл.) исследовали 120 образцов тарелочной и мелкосеменной чечевицы российского и иностранного происхождения.

Для образцов тарелочной чечевицы как стандарт взят среднеранний сорт Аида (оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» (ФГБНУ ВНИИЗБК, г. Орел), мелкосеменной - среднеранний сорт Пикантная (оригинатор – ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов)). Посев сортообразцов коллекционного питомника проведен во второй декаде мая на делянках с учетной площадью 1 м² с площадью питания каждого растения 0,025 м². Повторность в опыте четырехкратная. Опытные делянки располагали систематически. Опытный участок расположен на лугово-черноземной среднесуглинистой почве. За вегетационный период чечевицы установлено превышение суммы активных температур ($t \geq 10^{\circ}\text{C}$) над среднегодовым нормой (2173 $^{\circ}\text{C}$) на 315 $^{\circ}\text{C}$ в 2022 году, 2023 году – на 310 $^{\circ}\text{C}$, 2024 году – на 275 $^{\circ}\text{C}$. По объему осадков также отмечено превышение над нормой на 30,72% в 2022 году (287,6 мм), на 3,2% – в 2024 году, а в 2023 году наблюдался недостаток осадков на 8,5% в сравнении со среднегодовым значением (187,2 мм). В конечном итоге в 2022 году и 2024 году сформировались слабо засушливые условия (ГТК=1,02 и ГТК=1,21 соответственно) и очень засушливые в 2023 году (ГТК=0,75) [5].

Фенологические исследования согласно методическим указаниям ВИР по изучению зернобобовых культур [6]. Для выполнения генотипирования были отобраны свежие листья растений чечевицы на тридцатый день после посева. Генетические исследования образцов чечевицы выполнены методом KASP по девяти маркерам, связанным с признаками, определяющими пригодность к машинной уборке.

При анализе полученных результатов использовали рекомендации по статистической обработке, изложенные в учебнике Б.А. Доспехова [7], а также пакеты прикладных программ Microsoft Excel и SPSS PASW Statistics 20.0. Достоверность различий между сравниваемыми группами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Статистическая обработка данных, полученных в настоящем исследовании, проводилась с помощью дисперсионного анализа и описательной статистики.

Фенотипическая оценка образцов тарелочной чечевицы в течение трех лет выявила определенную изменчивость изученных признаков по годам (рис. 1). В зависимости от вегетационного периода высота растения варьировала от 40,22 до 45,81 см, а высота расположения нижних бобов от 18,09 до 21,55 см.

При фенотипической оценке образцов мелкосеменной чечевицы наблюдалась вариабельность показателей пригодности к механизированной уборке в течение трех вегетационных периодов изучения высота растения находилась в пределах 35,44 - 39,52 см, а высота расположения нижних бобов изменялась от 18,50 см до 21,36 см.

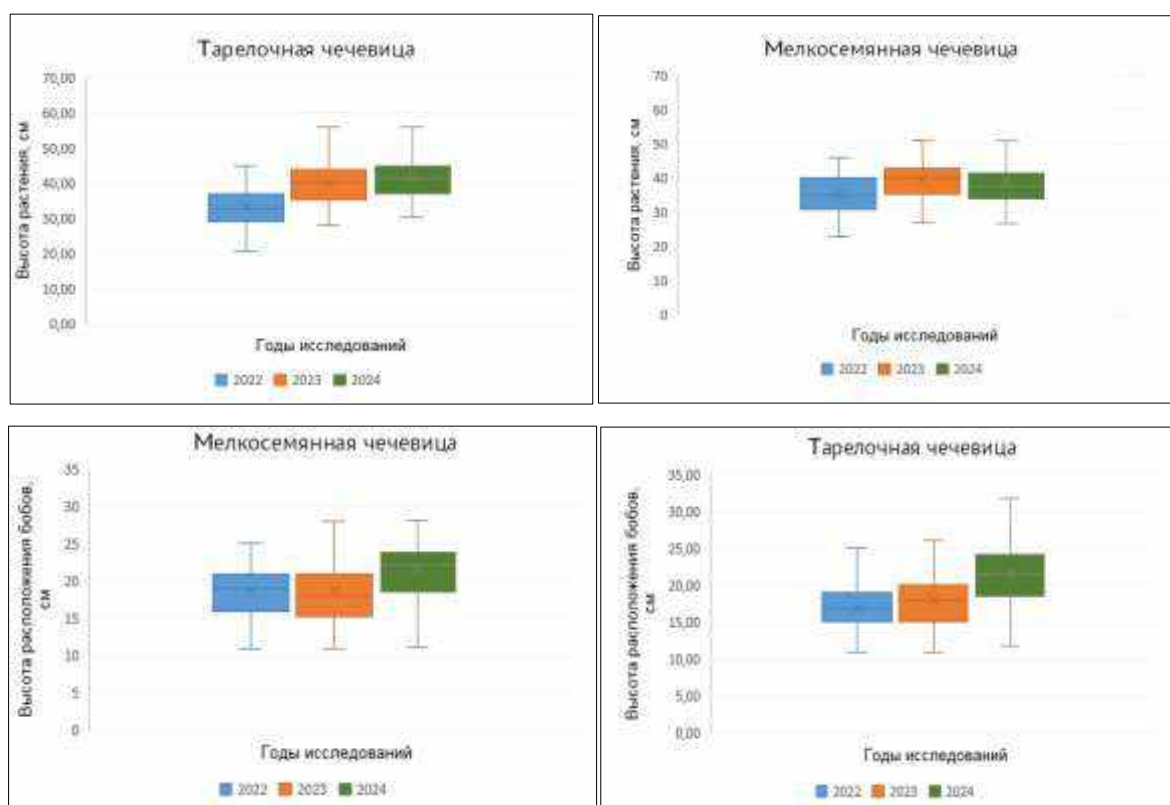


Рис. Изменчивость высоты растения и высоты расположения бобов у коллекционных образцов чечевицы в период 2022-2024 гг.

Высота растения играет ключевую роль при механизированной уборке чечевицы и влияет на результаты полученного урожая. Наличие SNP LcRBContig01123 значительно увеличивает данный показатель (на 2 – 8 см). На высоту расположения нижних бобов благоприятно оказывает влияние SNP LcRBContig0534 повышая ее на 1 – 4 см, что положительно сказывается на снижении производственных потерь зерна (табл.1).

Таблица 1

Вклад KASP-маркеров в фенотипическое проявление признаков, 2022–2024 гг.

KASP ID	Благоприятный аллель	Год	Критерий Стьюдента (p)	R ² , %	SNP-эффект
Высота растения (см)					
LcRBContig00534	A/G	2022	0,680	2,34	1,77
		2023	0,093	4,91	6,70
		2024	0,018	7,74	7,95
Высота расположения бобов (см)					
LcRBContig01123	A/G	2022	0,050	5,22	1,72
		2023	0,100	2,85	0,30
		2024	0,011	6,44	3,48

В результате исследований определены образцы тарелочной и мелкосемянной чечевицы, обладающие благоприятными аллелями изученных признаков и высокими показателями технологичности по сравнению со стандартом (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика перспективных образцов, выделенных с помощью KASP-маркеров (в

среднем за 2022-2024гг.)

Подвид	Образец	Высота растения, см	Высота расположения бобов, см	Урожайность, ц/га
Тарелочная чечевица	Аида, стандарт	41,22	18,42	11,88
	Чернушереаса	40,31	19,21	17,37
	Vantage	43,14	19,43	18,99
	Линза	39,23	21,11	21,15
	Шырайлы	39,42	20,34	20,97
	Надежда	45,54	23,22	23,12
	Рауза	38,43	22,64	22,51
	Даная	40,67	22,85	22,77
НСР ₀₅		1,22	0,61	4,49
Мелкосемянная чечевица	Пикантная, стандарт	27,22	14,23	11,71
	Redcap	45,24	22,65	16,06
	Pardina Linsen	34,63	19,64	14,31
	Крапинка	33,54	19,81	14,88
	Орловская краснозерная	38,65	18,03	13,41
	КДЦ Кермит	33,42	19,87	15,28
	Северная	43,21	20,35	15,51
	Рубиновая	38,64	19,66	14,68
НСР ₀₅		4,52	3,62	1,62

В результате исследований отмечена положительная корреляция между высотой расположения бобов и урожайностью ($r = 0,62$). В нестабильных климатических условиях Омской области лучшие образцы тарелочной чечевицы превзошли сорт-стандарт по высоте расположения бобов на 1 – 4 см, показав при этом урожайность зерна 17,37– 23,12 ц/га. Аналогичная ситуация наблюдалась и среди образцов мелкосемянной чечевицы, у которых зафиксировано расположение бобов на растении выше, чем у стандарта на 4 – 8 см, а по урожайности зерна наблюдалось превышение над стандартом на 3 – 5 ц/га.

Таким образом, исследования показывают, что маркеры SNP, сопряженные с высотой растения и высотой расположения бобов, наиболее часто фиксировались в коллекции и тесно коррелировали с остальными признаками. Однонуклеотидные полиморфизмы этих признаков (LcRBContig01123 и LcRBContig0534) положительно сказываются на снижении производственных потерь зерна. Превзошедшие стандарт генотипы (табл. 1) могут служить родительскими формами при создании высокотехнологичных сортов чечевицы.

Сведения об источнике финансирования. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20033, <https://rscf.ru/project/24-26-20033/>

Библиографический список

1. Быкова, В. А. Производство зерновых и зернобобовых культур в Сибирском федеральном округе в контексте обеспечения продовольственной безопасности / В. А. Быкова. - Текст : электронный // Продовольственная политика и безопасность. – 2023. – Т. 10, № 3. – С. 471-482. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_54303669_42817208.pdf (дата обращения: 15.05.2025). Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
2. Зотиков, В. И. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России / В.И. Зотиков, С.Д. Вилунов - Текст : электронный // Вавиловский журнал генетики и

селекции. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 381–387. URL: 10.18699/VJ21.041.https://elibrary.ru/download/elibrary_46249160_77064340.pdf дата обращения: 17.05.2025). Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

3. Технологический потенциал зернобобовых культур / Д. П. Волков, О. С. Башинская, С. А. Зайцев [и др.] - Текст : электронный // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 3(57). URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/3/st_305.pdf (дата обращения: 18.05.2025).

4. KASP-IEva: an intelligent typing evaluation model for KASP primers / X. Chen, L. Huang, J. Fan [et al.] - Текст : электронный // Frontiers in Plant Science. – 2024. – Vol. 14. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1293599/full> (дата обращения: 18.05.2025).

5. Маракаева, Т. В. Оценка образцов тарелочной чечевицы по хозяйственно-биологическим показателям / Т. В. Маракаева. - Текст : электронный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 19, № 4(76). – С. 49-55. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_79561346_97682931.pdf (дата обращения: 15.05.2025). Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

6. Корсаков, Н. И. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Н.И. Корсаков, О.А. Адамова, В.И. Будакова. Л.: ВИР. 1975. - 59 с.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебное пособие / Б.А. Доспехов. - Москва : Альянс, 2014. - 352 с.- ISBN 978-5-903034-96-3. - Текст : непосредственный.

УДК 633.16

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, СВЯЗАННЫХ С АНТОЦИАНОВОЙ ОКРАСКОЙ, В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Маренкова Алина Геннадьевна, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lina.marko@mail.ru

Светлана Сергеевна Баженова – доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, sbazhenova@rgau-msha.ru

Елена Александровна Вертикова – профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, vertikovaea@yandex.ru

Аннотация: В статье приведены результаты наблюдений за проявлением сортовых признаков (антоциановая окраска ушек флагового листа, кончиков остей, нервов наружной цветковой чешуи) сортов ярового ячменя отечественной коллекции в условиях ЦРНЗ за 2023-2024 гг.

Ключевые слова: яровой ячмень, сортовые признаки, отличимость, охраноспособность

Защита прав интеллектуальной собственности на селекционные достижения имеет важное значение для поддержания селекции. Получить право интеллектуальной собственности на селекционное достижение (патент) селекционер может при условии соответствия сорта критериям DUS (Distinct, Uniform, Stable) – Отличимость, Однородность, Стабильность. Отличимость оценивают как явное отличие нового сорта от уже существующих. Однородность предполагает выравнивание сорта по морфологическим и другим признакам. Стабильность означает неизменность проявления признаков сорта после неоднократного размножения. Оценка на ООС проводится согласно методике UPOV [1]

(далее – Методика) и заключается в наблюдении и регистрации различных морфологических признаков растений в течение всего вегетационного периода. При этом новые сорта сравнивают с сортами-эталоном, которые демонстрируют различные состояния признака.

Многие страны стремятся создать коллекции сортов-эталонных отечественной селекции [2-7]. ФГБУ «Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений» (далее – ФГБУ «Госсорткомиссия») готовит к утверждению новую версию Методики на основе методики Международного союза по охране новых сортов растений (UPOV) [1], которая содержит ряд поправок и включает в себя новые признаки. В связи с этим назревает необходимость создания коллекции сортов-эталонных отечественной коллекции для оценки охраноспособности селекционных достижений на территории РФ.

Цель нашего исследования: оценка коллекции ярового ячменя по морфологическим признакам, связанным с проявлением антоциановой окраски ушек флагового листа, кончиков остей, нервов наружной цветковой чешуи, и выявление сортов со стабильными проявлениями признаков в качестве кандидатов в сорта-эталонные отечественной коллекции.

Для исследования взято 10 сортов ярового ячменя, семена были любезно предоставлены ФГБУ «Госсорткомиссия» (таблица 1).

Таблица 1

Наименование сортов и их оригинаторы	
Сорт	Оригинатор
Хенли	Получены из коллекции контрольных образцов ФГБУ «Госсорткомиссия»
Тулунский янтарь	ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН»
Натася	Получены из коллекции контрольных образцов ФГБУ «Госсорткомиссия»
Вилма	Получены из коллекции контрольных образцов ФГБУ «Госсорткомиссия»
Крауф	ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской Академии Наук»
ТСХА-15	ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
Боярин	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»
Дивный	ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр СО РАН»
Эсма	Ackermann Saatzucht GmbH & co. Kg (Germany)
Любояр	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»; ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Посев ярового ячменя был проведен 2023 и 2024 годах. Согласно Методике, для указанных в статье признаков существует определённый метод учёта – визуальная однократная оценка группы растений или их частей. Значениям выраженности признака присвоены индексы по шкале 1-9, где 9 – наиболее интенсивное проявление. При дальнейшем обсуждении в скобках к сортам указаны индексы градаций признака. Каждый признак учитывается в фазу, благоприятную для его проявления [1]. Признаки, связанные с антоциановым окрашиванием, оценивают по интенсивности окрашивания и его площади.

Градации признака «антоциановая окраска ушек флагового листа» можем видеть на рисунке 1. Стабильное проявление признака обнаружено у сортов: Дивный – слабая окраска (3); Вильма, Крауф, ТСХА-15, Боярин, Эсма – средняя окраска (5). Среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градациями очень слабая или отсутствие окраски (1),

сильная (7) и очень сильная окраска (9) обнаружено не было. Отсутствие окраски и сильная окраска были в данном рисунке (рисунок 1) приведены лишь в качестве сравнения градаций*.



Рис. 1 Градации признака «антоциановая окраска ушек» (1 – отсутствует или очень слабая, индекс 1 (Благодар*, 2024 год), 2 – слабая, индекс 3 (Дивный, 2024 год), 3 – средняя, индекс 5 (Вильма, 2024 год), 4 – сильная, индекс 7 (КВС Джесси*, 2024 год))

По признаку «антоциановая окраска кончиков остей» были обнаружены следующие градации: Натася, Вильма, ТСХА-15, Боярин, Любояр – средняя окраска (5); Крауф – сильная окраска (7). Среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градациями очень слабая или отсутствие окраски (1), слабая (3) и очень сильная окраска (9) обнаружено не было.

По признаку «антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи» выделены градации у сортов: Тулунский янтарь, Крауф – слабая или отсутствие окраски (1); Дивный – средняя окраска (5). Среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градациями слабая (3), сильная (7) и очень сильная окраска (9) обнаружено не было.

В результате данного исследования:

1. Выделены сорта, которые по данным двух лет могут служить кандидатами в эталоны по признакам, связанным с интенсивностью проявления антоцианового окрашивания: слабая окраска ушек флагового листа в условиях ЦРНЗ – Дивный; средняя окраска – Вильма, Крауф, ТСХА-15, Боярин, Эсма; средняя антоциановая окраска остей – Натася, Вильма, ТСХА-15, Боярин, Любояр; сильная – Крауф; отсутствие или очень слабая антоциановая окраска нервов – Тулунский янтарь, Крауф; средняя – Дивный.

2. Выделены сорта, которые могут служить кандидатами в эталоны по нескольким градациям признаков в условиях ЦРНЗ: Дивный, Вильма, Крауф, ТСХА-15, Боярин.

3. Выделены сорта с уникальным проявлением градаций признаков в условиях ЦРНЗ: Дивный (слабая окраска антоциановых ушек флагового листа – индекс 3); Дивный (средняя антоциановая окраска нервов цветковой чешуи – 5).

Работа выполнена в рамках задания по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (№124111200132-6).

Библиографический список

1. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Ячмень (*Hordeum vulgare* L. sensu lato) 18.08.2005 г. № 12-06/36 : офиц. сайт. – URL: <https://gossortrf.ru/metodiki-ispytaniy-na-oos/> (дата обращения 30.05.2025). – Текст: электронный.

2. Маркевич, И.М. Формирование коллекции сортов-эталонов для идентификации образцов яровой мягкой пшеницы по признакам UPOV / И.М. Маркевич. – Текст: электронный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2011. №47. – С. 248-255. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35451927> (дата обращения: 30.05.2025).

3. Аbugалиева, А.И. Отличимость, однородность и стабильность сортов ячменя по морфологическим и молекулярным маркерам согласно UPOV / А.И. Аbugалиева, С.О. Скокбаев, Л.М. Драчева. – Текст: электронный // Биотехнология. Теория и практика. – 2005. - №1. – С. 26-39. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24351121> (дата обращения: 30.05.2025).

3. Василюк, П.Н. Формирование коллекций сортов пшеницы озимой мягкой (*Triticum aestivum* L.) с эталонными признаками при проведении экспертизы на ООС. / П.Н. Василюк. – Текст: электронный // Plant Varieties Studying and Protection. – 2013. - №3. - С.4-7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-kollektsiy-sortov-pshenitsy-ozimoy-myagkoy-triticum-aestivum-l-s-etalonnyimi-priznakami-pri-provedenii-ekspertizy-na-oos> (дата обращения: 30.05.2025).

4. Василюк, П.Н. Научное обоснование» стабильности проявления морфологических признаков пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) при проведении квалификационной экспертизы на ООС. // П.Н. Василюк, С.Н. Грынив, Г.Н. Каражбей, Л.И. Улыч, Л.В. Каминская. – Текст: электронный // Plant Varieties Studying and Protection. – 2012. - №1. – С. 36-39. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnoe-obosnovanie-stabilnosti-proyavleniya-morfologicheskikh-priznakov-pshenitsy-myagkoy-triticum-aestivum-l-pri-provedenii> (дата обращения: 30.05.2025).

5. Улыч, Л.И. Наследование и изменчивость морфологических признаков пшеницы (*Triticum*) и особенности их проявления при экспертизе сортов на ООС. / Л.И. Улыч, М.Н. Таганцова, Л.В. Каминская, В.М. Матус. – Текст: электронный // Plant Varieties Studying and Protection. – 2010. - №1(11). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nasledovanie-i-izmenchivost-morfologicheskikh-priznakov-pshenitsy-triticum-i-osobennosti-ih-proyavleniya-pri-ekspertize-sortov-na-voos> (дата обращения: 30.05.2025).

6. Каражбей, Г.Н. Исследование морфологических признаков ржи посевной (*Secale cereale* L.) и сорго обычного (двухцветного) (*Sorghum bicolor* L.). / Г.Н. Каражбей, С.Н. Грынив, О.И. Безручко, Л.В. Каминская. - Текст: электронный // Plant Varieties Studying and Protection. – 2013. - №1. – С. 69-73. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-morfologicheskikh-priznakov-rzhi-posevnoy-secale-cereale-l-i-sorgo-obychnogo-dvuhtsvetnogo-sorghum-bicolor-l> (дата обращения: 30.05.2025).

УДК 633.522:631.527

ИЗУЧЕНИЕ КАННАБИНОИДНОГО ПРОФИЛЯ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА *CANNABIS SATIVA* L. С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SNP-МАРКЕРОВ

Минина Екатерина Витальевна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, ev.smirnova@fncll.ru

Базанов Тарас Александрович, кандидат хим. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, t.bazanov@fncll.ru

Логинова Наталья Николаевна, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, n.loginova@fncll.ru

Вересова Полина Дмитриевна, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, p.mikhaylova@fncll.ru

Аннотация: Исследован каннабиноидный профиль посевного материала конопли посевной за три года репродукции с помощью SNP-маркеров. Выявлено увеличение количества примесей II хемотипа с 1% в 2021 г. до 5% в 2023 г., что указывает на необходимость использования семян высших репродукций в промышленном культивировании конопли посевной.

Ключевые слова: конопля посевная, КБД, ТГК, SNP.

Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) – важная сельскохозяйственная культура, широко применяемая в текстильной, пищевой, медицинской и других отраслях промышленности. Выращивание конопли осложняется её генетическими особенностями и содержанием психоактивного ТГК (тетрагидроканнабинола), которое ограничено законодательством (не более 0,1%). Для обеспечения контроля этого параметра у посевного материала предлагается использовать эффективные молекулярно-генетические маркеры, такие как маркеры однонуклеотидного полиморфизма (SNP). Для отобранных в результате анализа открытых молекулярно-генетических баз данных [1] SNP подбираются вырожденные праймеры, показывающие в результате ПЦР наличие/отсутствие целевого маркера [2].

У конопли выделяют три основных хемотипа по содержанию двух главных каннабиноидов - каннабидиола (КБД) и Δ -9-тетрагидроканнабинола (ТГК): хемотип I – высокий уровень ТГК; хемотип II - соотношение КБД/ТГК близко к 1; хемотип III – с низким содержанием ТГК [3]. Именно к хемотипу III должны относиться допущенные к использованию сорта *Cannabis sativa* L.

Целью данной работы стало исследование каннабиноидного профиля образцов посевного материала технической конопли трех последовательных годов репродукции с использованием SNP-маркеров.

Экспериментальные исследования были выполнены в лаборатории «Молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции» ФГБНУ ФНЦ ЛК в 2024 году. В качестве объекта исследования был выбран сорт конопли посевной Надежда, включенный в Государственный реестр селекционных достижений РФ [4], в трех последовательных годах репродукции (2021, 2022 и 2023 гг.) в количестве по 100 семян каждого года. В ходе ПЦР-анализа, выполненного с помощью подобранных вырожденных праймеров для маркеров SNP, был изучен состав посевного материала по каннабиноидному профилю. Для проведения данного исследования растения конопли не выращивались, ДНК извлекалось непосредственно из индивидуальных семян модифицированным СТАВ-методом.

В результате исследования были обнаружены целевые маркеры как III, так и II хемотипа. При этом содержание маркера ТГК в посевном материале росло в ходе последовательных репродукций (в 2021 – 1%, в 2022 – 2%, в 2023 – 5%), что указывает на необходимость постоянного использования посевного материала технической конопли только высших репродукций. Накопление неблагоприятных генетических примесей в промышленных семенах связано с переопылением растений, а также ошибками в процессе сбора, хранения и транспортировки.

Конопля отличается высокой изменчивостью признаков, поэтому даже при соблюдении всех агротехнических требований со временем наблюдается снижение сортовой стабильности, что подтверждено нашим исследованием. Использование SNP-маркеров позволяет контролировать экономически и юридически важный параметр посевного материала на стадии семян, что экономит время и ресурсы, исключая необходимость выращивания растений, а также ускоряя селекционный процесс и позволяя упростить технологию возделывания конопли посевной.

Библиографический список

1. The National Center for Biotechnology Information: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. (дата обращения 15.10.2024)
2. Morgil H. Single nucleotide polymorphisms (SNPs) in plant genetics and breeding / H. Morgil, Y. C. Gercek, I. Tulum // The recent topics in genetic polymorphisms. – 2020. – V. 4. – P. 825-400. DOI:10.5772/intechopen.91886.
3. Grassi G. Chemical and Morphological Phenotypes in Breeding of *Cannabis sativa* L. In: Chandra, S., Lata, H., ElSohly, M. (eds) *Cannabis sativa* L. – Botany and Biotechnology / G. Grassi, J.M. McPartland. – Springer, Cham, 2017. – P. 137-160. DOI: 10.1007/978-3-319-54564-6_6.
4. Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия»): Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. – URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestrselektzionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (дата обращения 03.03.2025).

УДК 575.174

АНАЛИЗ АЛЛЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ЭКСПРЕССИИ ГЕНА CUS-LIKE У АРАХИСА (*ARACHIS HYPOGAEA* L.)

Миргородский Никита Алексеевич, магистрант Центра генетики и науки о жизни, Университет Сириус, mirgorodsky_nikita@mail.ru

Матвеева Татьяна Валерьевна, д.б.н., профессор кафедры генетики и биотехнологии, Санкт-Петербургский государственный университет, tatiana.matveeva@spbu.ru

Аннотация: Фрагменты T-DNA агробактерий, интегрированные в растительные геномы, представляют собой уникальные примеры горизонтального переноса генов от прокариот к эукариотам [1–3]. Среди таких элементов особый интерес представляет ген *cus-like*, происходящий от бактериального гена кукумотин-синтазы, сохранившийся в геноме культурного арахиса [4, 5]. Несмотря на своё бактериальное происхождение, *cus-like* обнаружен в транскриптах современных генотипов и, предположительно, сохраняет функциональную активность [5]. Его структура, степень сохранности и уровень экспрессии в интрогрессивных линиях арахиса остаются малоизученными.

Ключевые слова: арахис, *cus-like*, горизонтальный перенос, экспрессия, интрогрессия

В настоящем исследовании выполнена реконструкция аллелей *cus-like* по данным секвенирования ПЦР-продуктов пяти интрогрессивных линий арахиса, а также проведён биоинформатический и экспрессионный анализ, направленный на определение структурных вариантов и подтверждение транскрипционной активности гена. Секвенирование проводилось методом Сэнгера. После редактирования и выравнивания последовательностей консенсусы были собраны с использованием CAP3.

Для интерпретации последовательностей был разработан пользовательский скрипт на языке Python с использованием библиотеки Biopython. Пайплайн включал автоматизированный поиск открытых рамок считывания во всех шести возможных рамках, трансляцию в аминокислотные последовательности, pairwise-выравнивание (алгоритм Нидлмана–Вунша) и фильтрацию по длине и целостности ORF.

Для сопоставления аллельных вариантов использовалась база данных, сформированная в рамках предыдущего исследования [5], где на основе анализа публичных данных SRA и опубликованных геномных сборок арахиса было извлечено 95

последовательностей, покрывающих область *cus-like* длиной около 960 п.н. На основании их кластеризации были выделены 29 уникальных вариантов, среди которых три представительных обозначены как А, В и D. Аллель А сохраняет интактную ORF, варианты В и D демонстрируют мутации, нарушающие кодирующий потенциал. В результате секвенирования и реконструкции консенсусов для пяти линий арахиса (2002, 596, 626, 597, 2069) было получено шесть уникальных аллелей гена *cus-like*. Ни один из них не совпадает полностью с ранее опубликованными последовательностями, однако все демонстрируют частичное сходство с аллелями А, В или D, описанными в [5]. Консенсусы для линий 2002, 596 и 626 наиболее близки к аллелю А, но содержат характерные синонимичные и несинонимичные замены. Анализ аминокислотных последовательностей показал, что три варианта (2002, 596, 626) кодируют белок длиной 265 аминокислот, идентичный продукту аллеля А.

Для анализа экспрессии гена *cus-like* была выделена тотальная РНК из корней растений пяти интрогрессивных линий (1157, 1987, 751, 935, 168), собранных на стадиях вегетации, цветения и спелости. КДНК синтезировали с использованием обратной транскриптазы М-MuLV, количественную ПЦР проводили с праймерами *re_cusF/re_cusR* и красителем EvaGreen, нормализация осуществлялась по экспрессии гена GAPDH. Экспрессия *cus-like* регистрировалась у всех линий на всех стадиях онтогенеза, что подтверждает его транскрипционную активность в интрогрессивных формах.

Таким образом, полученные данные расширяют спектр описанных аллелей *cus-like* у арахиса, подтверждают наличие как функционально активных вариантов, а также демонстрируют устойчивую экспрессию природно-трансгенного гена в интрогрессивных генотипах. Эти результаты могут быть использованы в селекционных и эволюционных исследованиях, связанных с функциональным действием горизонтально перенесённых генов.

Библиографический список

1. Suzuki Y., Nunes J. A., Lemos M. A. Horizontal gene transfer from bacteria to plants // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2002. – Vol. 99, № 11. – P. 7556–7561.
2. Matveeva T. V., Lutova L. A. Horizontal gene transfer from *Agrobacterium* to plants // Plant Cell Reports. – 2012. – Vol. 31, № 9. – P. 1755–1765.
3. Chen K., Dorlhac de Borne F., Guerche P. *et al.* Expression of transferred bacterial genes in plants: the evolutionary fate of T-DNA // Molecular Plant. – 2014. – Vol. 7, № 9. – P. 1398–1410.
4. Chen L., Cai Y., Li X., Zhang B. *et al.* T-DNA-like sequences in plant genomes: mechanisms and evolutionary significance // Molecular Plant. – 2019. – Vol. 12, № 5. – P. 631–634.
5. Bogomaz D. I., Mirgorodsky N. A., Matveeva T. V. Evolutionary fate of a naturally transferred agrobacterial gene in peanut (*Arachis hypogaea*) // Biology. – 2024. – Vol. 13, № 4. – P. 601. – DOI: 10.3390/biology13040601.

УДК 57.052; 577.29

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ РОДА ARTEMISIA L. ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ IN VITRO СЕМЯН ARTEMISIA ABSINTHIUM

Мусса Ахмат Башиа, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева mahmatbacha@gmail.com

Научный руководитель: *Поливанова Оксана Борисовна*, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева polivanovaoks@gmail.com

Аннотация: В работе кратко проанализированы современные исследования биологической активности вторичных метаболитов растений рода *Artemisia* и методы их культивирования *in vitro*. Рассмотрены фармакологические свойства полыни, биотехнологические подходы к увеличению продукции биологически-активных соединений, а также перспективные направления исследований. Первым этапом получения растений в культуре *in vitro* является стерилизация семян. Было показано, что стерилизация семян *Artemisia absinthium* в 5 % растворе гипохлорита натрия обеспечивает 100 % всхожесть и отсутствие контаминации.

Ключевые слова: *Artemisia*, вторичный метаболизм, культура *in vitro*

Растения рода *Artemisia* L. (семейство Asteraceae) являются ценным источником биологически активных соединений, включая сесквитерпеновые лактоны, флавоноиды и полиацетилены. Эти метаболиты обладают широким спектром фармакологических свойств, таких как противомаларийное, антиоксидантное, антимикробное и противоопухолевое действие. В последние годы активно изучаются методы повышения их продукции в различных системах культивирования, включая *in vitro* культуры клеток и тканей, а также генетически модифицированные растения.

Исследования Angelova (2020) показали, что выращивание *Artemisia absinthium* на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, такими как свинец, кадмий и цинк, приводит к изменению химического состава эфирных масел, что может влиять на их биологическую активность. В частности, наблюдалось увеличение содержания туйона и хамазулена, что может влиять на их антимикробную и антиоксидантную активность. Однако при высоких концентрациях металлов снижалась общая продуктивность биомассы, что указывает на необходимость оптимизации условий выращивания для промышленного применения [1].

Ali et al. (2017) установили, что добавление сахарозы (3–5%) в культуральную среду значительно усиливает синтез фенольных соединений и флавоноидов в суспензионных культурах клеток *A. absinthium*. Это связано с активацией ключевых ферментов фенилпропаноидного пути, таких как фенилаланин-аммиак-лиаза (PAL). Максимальное накопление метаболитов наблюдалось на 14-й день культивирования, что важно для биотехнологического производства [2].

Аналогично, Cardillo et al. (2021) показали, что циклодекстрины (особенно β -циклодекстрин) повышают выход вторичных метаболитов, таких как терпеноиды и полифенолы. Этот подход особенно эффективен для культивирования корней и побегов *in vitro*, где выход артемизинина увеличивался на 40–60% по сравнению с контролем [3].

Jogam et al. (2022) разработали протокол *Agrobacterium*-опосредованной трансформации для *Artemisia pallens*, который позволил получить трансгенные клеточные линии с повышенной экспрессией генов, кодирующих аморфа-4,11-диенсинтазу (ADS) и цитохром P450 (CYP71AV1). Это привело к увеличению синтеза сесквитерпенов на 35% [4].

Современные методы геномного редактирования, такие как CRISPR/Cas, были успешно применены для модификации биосинтетических путей артемизинина [5, 6]. Например, редактирование гена *DBR2* (double bond reductase 2) повысило выход дигидроартемизининовой кислоты (DHAA) — ключевого предшественника артемизинина [6].

Tiwari et al. (2021) исследовали влияние наночастиц серебра (AgNPs) и оксида цинка (ZnO-NPs) на индукцию вторичных метаболитов. Обработка культур клеток *Artemisia* наночастицами (50–100 мг/л) увеличивала содержание артемизинина на 25–30% за счет активации стресс-ответных генов (*WRKY*, *MYB*) [7].

Современные биотехнологические методы, включая клеточные культуры, генетическую трансформацию и нанотехнологии, позволяют значительно увеличить продукцию биологически активных соединений *Artemisia*. Дальнейшие исследования

должны быть направлены на оптимизацию условий культивирования и разработку коммерчески жизнеспособных технологий производства.

Первым этапом на пути применения культуры клеток и тканей *in vitro* является получение асептических растений в достаточном количестве. Для введения в культуру *in vitro* могут быть использованы как семена, так и экспланты – сегменты корня, листа или стебля растения. Режим стерилизации (стерилизующее вещество и время обработки) может влиять на прорастание семян, а в случае эксплантов, оказывать на них повреждающее действие. В дальнейшем это может сказаться на динамике роста растений.

Поверхностная стерилизация семян *Artemisia absinthium* осуществлялась раствором гипохлорита натрия с концентрацией по активному хлору 5%). Семена полыни помещали в пробирки типа эппендорф и центрифугировали в течение 10 минут. Перед стерилизацией в гипохлорите семена замачивали в 75% этиловом спирте и выдерживали 1 минуту. После обработки гипохлоритом семена три раза промывали в стерильной дистиллированной воде (каждый раз в течение 5-10 минут). Простерилизованные семена высаживали в контейнеры с твердой агаризированной питательной средой Murashige and Skoog. Семена проращивали в световой комнате с 16-часовым фотопериодом при температуре 20-23 ° С. Были зафиксированы всхожесть семян и темпы роста проростков.

Данный режим стерилизации обеспечивал 100% всхожесть в случае семян *Artemisia absinthium* и характеризовался отсутствием контаминации. Это позволило обеспечить достаточное количество асептических растений для проведения последующих экспериментов.

Библиографический список

1. Angelova V. Heavy metal accumulation and chemical composition of essential oils of wormwood (*Artemisia absinthium*) cultivated on heavy metal contaminated soils // *Scientific papers. Series E. Land reclamation, earth observation & surveying. Environ Eng IX*. 2020. P. 44–52.
2. Ali M., Abbasi B. H., Ahmad N. et al. Sucrose-enhanced biosynthesis of medicinally important antioxidant secondary metabolites in cell suspension cultures of *Artemisia absinthium* L. // *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 2016. Vol. 39. P. 1945–1954.
3. Cardillo A. B., Perassolo M., Giuliotti A. M. et al. Cyclodextrins: a tool in plant cell and organ culture bioprocesses for the production of secondary metabolites // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2021. Vol. 146. P. 1–19.
4. Jogam P., Sandhya D., Alok A. et al. *Agrobacterium*-mediated genetic transformation and cloning of candidate reference genes in suspension cells of *Artemisia pallens* Wall. ex DC. // *3 Biotech*. 2022. Vol. 12, № 9. P. 194.
5. Das S., Kwon M., Kim J.-Y. Enhancement of specialized metabolites using CRISPR/Cas gene editing technology in medicinal plants // *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. P. 1279738.
6. Munir A., Asma N., Ashraf S. et al. Advancing Metabolic Engineering in Plants Using CRISPR/Cas // *Gene-Edited Crops*. CRC Press. P. 241–256.
7. Tiwari S., Verma S. K., Bhargava A. et al. Nanomaterials-Assisted Elicitation of Pharmaceutically Important Secondary Metabolites from In Vitro Plant Cell Cultures // *Nanotoxicology*. CRC Press, 2021. P. 117–132.

УДК 633.111.1

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА WAXY СОРТООБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нагайцев Денис Владимирович, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

rainbowdash1818@yandex.ru

Барнашова Екатерина Константиновна, кандидат сельскохозяйственных, наук, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, petrova@yandex.ru

Лобачёв Юрий Викторович, доктор сельскохозяйственных, наук, профессор, lobachev.yu.v@yandex.ru

Аннотация: в данной работе представлены результаты комплексного исследования *ваху* сортообразцов озимой пшеницы из коллекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. В течение двух лет, *ваху* сортообразцы анализировались по показателям содержания белка, клейковины и урожайности.

Ключевые слова: озимая пшеница, комплексный анализ, *ваху*

В коллекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, находится 16 сортообразцов, созданные в ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко». В качестве стандартного сорта, из коллекции был выбран сорт Московская 56. Сорт создан в ФИЦ «Немчиновка» и включён в государственный реестр в 2008 году, районирован в центральном регионе и имеет следующие показатели: средняя урожайность в Центральном регионе - 32,2 ц/га.

Таблица 1

Исследуемые сорта	
Название	Оригинатор
Московская 56(st)	ФИЦ «Немчиновка»
61-12 МС-1	ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
МС-5	
70-12 МС-9	
70-12 МС-12	
МС-8	
МС-18	
65-12 МС-7	
МС-13	
70-12 МС-10	
71-12 МС-11	
70-12 МС-11	
70-12 МС-7	
МС-6	
71-12 МС-9	
МС-52	
56 МС-1	

Молекулярные механизмы, лежащие в основе формирования «воскового» (*ваху*) фенотипа пшеницы, были детально изучены группой иностранных ученых в 1999 году. В работе проведён комплексный анализ мутаций в трёх *ваху*-аллелях (Wx-A1b, Wx-B1b, Wx-D1b). Исследование показало, что отсутствие амилозы в восковой пшенице обусловлено разными молекулярными дефектами: полной делецией кодирующей последовательности Wx-B1b, нарушением сплайсинга в Wx-A1b из-за 23-п.н. делеции (приводящей к потере ADP-глюкозного связывающего домена) и крупной делецией в Wx-D1b, вызывающей укорочение белка GBSSI. При этом в Wx-A1b и Wx-D1b сохраняется остаточная экспрессия дефектных транскриптов, а в местах делеций обнаружены характерные вставки «филлер

ДНК». Эти данные имеют важное значение для понимания генетических основ синтеза крахмала и могут быть использованы в селекции для направленного изменения его свойств [1].

Качество пшеницы определяет ценность её сортов. Сорт пшеницы называется *ваху*, если объединяются три неактивных нуль-аллеля, что приводит к полному блокированию синтеза фермента GBSS и амилозы. В этом случае крахмал состоит только из амилопектина. Пшеница с одним или двумя нуль-аллелями имеет частично блокированный синтез амилозы и называется частично-вакси (*partial-waxy*) [2]. Одними из многих факторов, определяющими хлебопекарные качества пшеницы, являются качество клейковины и крахмала. Физические свойства клейковины напрямую связаны с входящими в состав белками – глиадинами и глютелинами, относящиеся к запасным белкам [2].

Крахмал состоит из двух видов молекул– амилозы и амилопектина. В пределах амилопластов синтез амилозы достигается благодаря ферменту GBSS (*granule-bound starch synthase*), также известного как *ваху-протеин*. Wx-протеины кодируются генами под названиями *ваху* (Wx). Аллогексаплоиды (AABBDD), т.е. мягкие пшеницы, несут три гомеологичных гена: Wx-A1 (хромосома 7AS-короткое плечо), Wx-B1 (7BL - длинное плечо) и Wx-D1 (7DS-короткое плечо) [3,4].

Крахмал *ваху* пшеницы состоит почти исключительно из амилопектина, по этой причине, он имеет более высокую молекулярную массу. Так же в нём отсутствуют сверхдлинные цепи, которые синтезируются ферментом GBSSI в обычной пшенице. А также более высокую степень кристалличность. [5,6,7]

Тесто полученное из сортов пшеницы, полностью рецессивных по wx генам, характеризуется, высоким влагопоглощением, низкую вязкость теста, и хорошую устойчивость к черствению [8].

Таблица 2

Показатели урожайности, содержание белка и клейковины в зерне во время проведения опыта

Название	2023, г.			2024, г.		
	Урожайность, т/га	Белок, %	Клейковина, %	Урожайность, т/га	Белок, %	Клейковина, %
Московская 56(st)	7,17	11,19	17,35	5,23	12,30	15,70
61-12 МС-1	2,45	6,17	19,48	1,88	11,99	20,38
МС-5	2,33	12,59	19,50	2,90	11,23	20,21
70-12 МС-9	4,48	12,31	18,19	2,20	11,85	18,95
70-12 МС-12	3,11	15,52	25,01	2,35	13,02	22,57
МС-8	4,10	12,97	19,37	3,38	11,52	18,99
МС-18	3,33	13,59	20,86	3,20	13,45	23,80
65-12 МС-7	3,43	13,17	19,08	2,63	12,65	22,72
МС-13	3,11	13,37	17,46	3,45	14,33	28,83
70-12 МС-10	2,55	13,02	20,69	4,10	12,17	20,32
71-12 МС-11	3,27	12,24	17,77	2,60	11,73	20,04
70-12 МС-11	3,20	13,35	21,98	1,98	12,03	20,56
70-12 МС-7	4,40	11,96	19,12	2,10	10,85	19,40
МС-6	2,67	13,29	20,18	2,45	12,21	20,71
71-12 МС-9	3,10	12,62	19,19	1,90	13,14	18,49
МС-52	3,18	11,46	16,09	3,40	12,34	19,66
56 МС-1	3,28	14,00	20,49	2,30	10,39	16,91

Таблица 3

Процентные показатели сортов относительно сорта стандарта

Название	2023, г.			2024, г.		
	Урожайность, т/га	Белок, %	Клейковина, %	Урожайность, т/га	Белок, %	Клейкови на, %
61-12 МС-1	34,2	5,1	112,3	35,9	7,5	129,8
МС-5	32,5	112,5	112,4	55,4	91,3	128,7
70-12 МС-9	62,5	110,0	104,8	42,1	96,3	120,7
70-12 МС-12	43,4	138,7	144,1	44,9	105,9	143,8
МС-8	57,2	115,9	111,6	64,6	93,7	121,0
МС-18	46,4	121,4	120,2	61,2	109,3	151,6
65-12 МС-7	47,8	117,7	110,0	50,3	102,8	144,7
МС-13	43,4	119,5	100,6	66,0	116,5	183,6
70-12 МС-10	35,6	116,4	119,3	78,4	98,9	129,4
71-12 МС-11	45,6	109,4	102,4	49,7	95,4	127,6
70-12 МС-11	44,6	119,3	126,7	37,9	97,8	131,0
70-12 МС-7	61,4	106,9	110,2	40,2	88,2	123,6
МС-6	37,2	29,4	116,3	46,8	99,3	131,9
71-12 МС-9	43,2	23,4	110,6	36,3	106,8	117,8
МС-52	44,4	13,0	92,7	65,0	100,3	125,2
56 МС-1	45,7	35,7	118,1	44,0	84,5	107,7

В 2023 году максимальное содержание белка среди всех сортов продемонстрировал сорт 70-12 МС-12 с результатом 15,52%, что значительно выше показателя стандартного сорта (11,19%). Также высокие значения белка показали сорта 56 МС-1 (14%), МС-18 (13,59%) и МС-13 (13,37%). В 2024 году лидером по этому показателю стал сорт МС-13 с 14,33%, что также превышает стандарт (12,3%). Хорошие результаты также у сортов 70-12 МС-12 (13,02%) и МС-18 (13,45%).

По содержанию клейковины в 2023 году лучшим оказался сорт 70-12 МС-12 с 25,01%, что существенно выше, чем у стандартного сорта (17,35%). Высокие результаты также показали сорта МС-18 (20,86%) и 70-12 МС-11 (21,98%). В 2024 году сорт МС-13 установил рекордный уровень клейковины — 28,83%, что почти вдвое выше, чем у стандарта (15,7%). Также выделяются сорта МС-18 (23,8%) и 65-12 МС-7 (22,72%).

Таким образом, среди изученных сортов особенно выделяются 70-12 МС-12 и МС-13. МС-12 показал выдающиеся результаты по белку и клейковине в 2023 году, а второй продемонстрировал значительный рост качества в 2024 году, особенно по клейковине. Эти сорта можно рекомендовать для дальнейшего изучения и возможного внедрения в производство, так как они стабильно превосходят стандарт по ключевым параметрам качества зерна.

Библиографический список

1. P. Vrinten, T. Nakamura & M. Yamamori. Molecular characterization of waxy mutations in wheat // Molecular and General Genetics MGG – 1999. – volume 261, pages 463–471
2. Гены wx и реологические свойства шрота мягкой пшеницы / Т. А. Рыжкова, М. Ю. Третьяков, В. П. Нецветаев [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 15(134). – С. 46-50. – EDN RDNXNF.
3. Чеботарь, С.В. Генетический полиморфизм локусов, определяющих хлебопекарное качество украинских сортов пшеницы / С.В. Чеботарь, Е.М. Благодарова, Е.А. Куракина и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – № 16. – С. 87-98.

4. Климущина М.В. Молекулярно-генетическая характеристика коллекции мягкой озимой пшеницы по генам, отвечающим за хлебопекарные и технологические качества муки // М.В. Климущина, М.Г. Дивашук, Г.И. Карлов // Известия ТСХА. – 2009. – выпуск 3. –

5. Климущина. М.В. Распределение аллелей генов wx в коллекции мягкой пшеницы краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Н.И. Гладких, М.В. Климущина, М.Г. Дивашук, Л.А. Беспалова, А.В. Васильев, Г.И. Карлов // Вавиловский журнал генетики и селекции. –2012. – том 16, № 1

6. Sang-Ho Yoo, Jay-lin Jane. Structural and physical characteristics of waxy and other wheat starches // Carbohydrate Polymers – 2002. – volume 49, Issue 3, 15 August 2002, Pages 297-305

7. Huanxin Zhang, Wei Zhang, Chunzhong Xu, Xing Zhou. Morphological features and physicochemical properties of waxy wheat starch // International Journal of Biological Macromolecules – 2013. – volume 62, Pages 304-309

8. Shuzo Fujita, Hiroyuki Yamamoto, Yoshimi Sugimoto, Naofumi Morita, Makoto Yamamori. Thermal and Crystalline Properties of Waxy Wheat (*Triticum aestivum* L.) Starch // Journal of Cereal Science – 1998 – Pages 1-5

9. Влияние генов Wx на хлебопекарные качества мягкой пшеницы / Т. А. Рыжкова, М. Ю. Третьяков, И. П. Моторина, В. П. Нецветов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 4. – С. 21-23. – EDN OYADCB.

УДК 633.31

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТРЕМЯ ХИМИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ СОРТА ТИМИРЯЗЕВСКАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ В ПИТОМНИКЕ ИСПЫТАНИЯ ПОТОМСТВ 2-ОГО ГОДА В УСЛОВИЯХ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Овсянников Вячеслав Владиславович, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО “Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева”, v.ovsiannikov@rgau-msha.ru

Вертикова Елена Александровна, доктор с.-х. наук, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, vertikova@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье приведены результаты по оценке влияния обработки фунгицидами: Фалькон, Альто Супер и Аваксс посевов озимой пшеницы сорта Тимирязевская юбилейная питомника испытания потомств второго года против болезней: мучнистая роса и бурая листовая ржавчина в 2022 году.

Ключевые слова: фунгицид, мягкая озимая пшеница, химическая обработка

Введение. Высокая урожайность озимой пшеницы обусловлена интенсивной технологией ее возделывание, где немаловажную роль играет выбор сорта [4]. Для создания сорта, отвечающего всем критериям производителя продукции растениеводства, необходимо пройти множество этапов селекционного процесса.

Цель: дать оценку влияния обработки тремя препаратами сорта Тимирязевская юбилейная озимой пшеницы и выявить наиболее ценного по комплексу признаков.

Материалы и методы. Материалом исследования в 2021-2022 гг. послужили препараты: Фалькон, Альто супер, Аваксс и сорт озимой пшеницы: Тимирязевская юбилейная. Настоящая исследовательская работа была выполнена на кафедре генетики, селекции и семеноводства и на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева в 2021-2022 гг.

Полевая опытная и селекционная станции РГАУ-МСХА находятся в типичных для Центрального региона России условиях Нечерноземной зоны.

Почвы слабо нуждаются в известковании. В пахотном горизонте в среднем содержится 8,1 до 10,7 мг K_2O и от 16,3-17,3 мг P_2O_5 на 100 г почвы. Содержание перегноя в пахотном слое составляет от 2,4 до 2,5%.

Посев проводился 03.09.21 сеялкой СН - 10Ц с нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на гектар. Учетная площадь делянки составила 10 м², число рядков – 7. Повторность трехкратная, размещения вариантов – рандомизированное.

Для всех анализов, которые проводились для оценки показателей, применялась единая методика. Необходимо отметить, что соблюдался принцип единственного различия, без которого невозможно было бы дать объективную оценку.

Результаты и их обсуждение. Урожайность посева зерновых формируется из совокупности компонентов, составляющих продуктивность растений.

Основными элементами структуры урожая выступают: число продуктивных стеблей, количество зерен и масса зерна одного колоса, масса 1000 зерен.

Экспериментально установлено, что урожайность имеет положительную связь с массой зерна с колоса ($r=0,7$), а отрицательную с высотой растений ($r=-0,54$). Также существует средняя отрицательная связь между количеством продуктивных стеблей и массой зерна с колоса ($r=-0,41$).[2]

Потенциальная урожайность озимой пшеницы, по мнению немецких ученых, составляет 24 т/га. Однако добиться такого результата почти невозможно, т.к. на отдельные компоненты урожайности влияют разные отрицательные абиотические и биотические факторы в течение всего периода вегетации. [1]

Делянка, обработанная препаратом Фалькон, по урожайности превысила контроль (таблица 1).

Таблица 1

Урожайность сортообразцов озимой пшеницы ПИП-21/22

№ п/п	Сортообразец	Урожайность ср., т/га
1	Контроль	10,6
2	Фалькон	15,7
3	Альто супер	14,2
4	Авакс	13,6
	НСР ₀₅	1,96

Устойчивость к болезням является одним из важнейших показателей в селекции зерновых культур. Вследствие поражения озимой пшеницы болезнями и вредителями недобор урожая в отдельные годы может достигать 10-15 % валового сбора, а иногда и до 30%.

В Нечерноземной зоне России наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями считаются мучнистая роса, септориоз, бурая ржавчина, пыльная и твердая головня, снежная плесень.

Бурая листовая ржавчина пшеницы – это болезнь растения, а именно злаковых культур. Возбудитель – ржавчинный гриб *Puccinia recondita* (= *Puccinia trititica*). В наибольшей степени страдают посевы в южных районах РФ. Листья пораженных растений уменьшают ассимиляцию и отмирают, снижается абсолютный вес зерна. Заболевание распространено во многих регионах мира, особенно в зонах с умеренным климатом, где благоприятные условия (высокая влажность и умеренные температуры) способствуют развитию патогена. Борьба с бурой ржавчиной требует комплексного подхода, включающего использование устойчивых сортов, агротехнических мер и химической защиты [5].

Мучнистая роса - грибное заболевание, поражающее листья, стебли и иногда колосья, покрывая их мучнистым налетом, который со временем становится ватообразным и располагается плотными подушечками. В конце цикла грибница постепенно становится серой и на ее поверхности появляются черные точки. Благоприятными для развития мучнистой росы считаются засушливые годы. Возбудителем мучнистой росы зерновых культур является грибок *Blumeria graminis*. Он зимует в виде мицелия в почве, на яровых хлебных злаках, на растительных остатках зараженных культур и сорных растений семейства Мятликовые.

Развивается грибок в двух фазах — конидиальной и сумчатой. После зимнего «сна» возбудитель мучнистой росы начинает распространяться на молодых побегах зерновых культур, где и происходит спороношение. В этот период грибок заражает соседние растения и этот процесс длится до набирания злаковыми восковой спелости. Далее возбудитель переходит в следующую стадию и формирует сумки с аскоспорами [3].

Мучнистая роса приносит большой урон посевам злаков: при обширном заражении сильно сокращается кустистость и замедляется колошение. Если не принимать мер борьбы с заболеванием, падение объемов урожая может достигать 20%.

Результаты пораженности болезнями представлены в (таблица 2).

Таблица 2

Зимостойкость и поражение болезнями

№ п/п	Химический препарат	Зимостойкость, балл	Поражение бурой ржавчиной, %	Поражение мучнистой росой, %
1	Контроль	4,5	20	20
2	Фалькон	4,5	0	0
3	Альто Супер	4,5	0	0
4	Аваксс	4,5	0	20

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, что перезимовка прошла хорошо, деланки обработанные Фальконом и Альто Супер не поразились бурой ржавчиной и мучнистой росой.

Заключение. Делянки обработанные Фальконом и Альто Супер не поразились бурой ржавчиной и мучнистой росой. Максимальная урожайность выявлена на делянке, обработанной препаратом Фалькон.

Библиографический список

1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>. – Дата обращения: 25.05.2025.
2. Взаимосвязи между урожайностью и элементами ее структуры у сортов мягкой озимой пшеницы – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [сайт] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimosvyazi-mezhdu-urozhaynostyu-i-elementami-ee-strukturny-u-sortov-myagkoy-ozimoy-pshenitsy?ysclid=mbaufrihmp707549241>. – Дата обращения 25.05.2025. - Заглавие с экрана.
3. Мучнистая роса – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [сайт] URL: <https://kz.shans-group.com/vrednye-obekty/bolezni/muchnistaya-rosa/>. – Дата обращения 25.05.2025. - Заглавие с экрана.
4. Овсянников, В.В. Сравнительная оценка сортов и сортообразцов мягкой озимой пшеницы / В.В. Овсянников, Е.А. Вертикова. – Текст : непосредственный // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. Сборник статей. Том 1. – 2024. – С. 382-388.

5. Ржавчина бурая листовая пшеницы: описание, симптомы, лечение и профилактика – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [сайт] URL:<https://zhoozhavil.ru/novosti/obzornye-stati/bolezni/rzhavchina/rzhavchina-buraya-listovaya-pshenicy/>. – Дата обращения 25.05.2025. – Заглавие с экрана.

УДК 631.674.6:631.53.01:633.18

ОБЗОР ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ НА КАЧЕСТВО СЕМЯН РИСА (ORYZA SATIVA L.)

Пандова Анастасия Романовна, магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», par020923@gmail.com

Зеленский Григорий Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Кубани, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», zelensky08@mail.ru

Аннотация. Исследование влияния режимов орошения (от постоянного затопления до дифференцированного полива) на качество семян риса (*Oryza sativa* L.) выявило их ключевую роль в повышении всхожести, устойчивости к стрессам и урожайности. Оптимизация водного режима позволяет снизить расход воды и улучшить физиологические показатели семян и фотосинтетическую продуктивность. Исследование актуально для семеноводства риса.

Ключевые слова: режим орошения риса, качество семян, водосберегающие технологии, урожайность, физиологические показатели, продуктивность фотосинтеза, стрессоустойчивость, семеноводство.

Рис (*Oryza sativa* L.) является одной из основных продовольственных культур в мире и играет жизненно важную роль в обеспечении продовольственной безопасности. Качество семян риса напрямую влияет на урожайность и устойчивость растений к стрессовым условиям. Одним из ключевых факторов, определяющих качество семян, является режим орошения [1, 2]. Научные исследования показывают, что оптимизация водного режима может существенно улучшить не только характеристики семян, но и общую продуктивность рисовых полей. Настоящая статья рассматривает актуальность изучения влияния режима орошения на качество семян риса.

В соответствии с агрономическими практиками принятыми или климатическими особенностями для региона возделывания риса режим о о Режимы орошения варьируются от постоянного затопления до дифференцированного орошения в соответствии с климатическими условиями и агрономическими практиками возделывания. Минимизация затопления полей может снизить риск заболеваний и улучшить физиологические характеристики семян.

Проведение исследований в данной области позволит:

1. Понять, возможно ли семеноводство в условиях ограничения водных ресурсов. Решение этой задачи позволит повысить эффективность семеноводства, что способствует обеспечению продовольственной безопасности и также повышению устойчивости сельского хозяйства при внедрении оптимальных режимов орошения.

2. Изучить наличие и проявление экологической изменчивости сортов риса в зависимости от условий орошения. Это позволит вести отбор сортов по признаку наибольшей адаптивности, при сохранении высокого уровня качества и урожайности семян.

3. Повысить экологичность и рентабельность при расходовании водных ресурсов, что является важной задачей при управлении водными ресурсами. Внедрение эффективного

использование воды, особенно важно для уменьшения потребности воды на сельскохозяйственные цели с учетом эколого-экономического контекста агротехнологий.

Таким образом, исследование вопросов, связанных с режимами орошения и качеством семян риса, имеет большое значение для разработки устойчивых агрономических практик, обеспечивающих продовольственную безопасность и рациональное использование воды.

Библиографический список

1. Какунзе, А. Ш. Качество семян и продуктивность разнотипных сортов риса в зависимости от режима затопления / А. Ш. Какунзе, М. В. Жилина, Г. Л. Зеленский // Рисоводство. — 2022. — № 2(55). — С. 28–33. — DOI: 10.33775/1684-2464-2022-55-2-28-33. — EDN: FARHUQ. — Текст : непосредственный.

2. Какунзе, А. Ш. Корреляция биометрических показателей и продуктивности сортов риса в зависимости от режима затопления / А. Ш. Какунзе, М. В. Жилина, Г. Л. Зеленский // Advances in Science and Technology : сборник статей XLIV международной научно-практической конференции, Москва, 30 апреля 2022 года. — Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2022. — С. 8–9. — EDN: BAEJGY. — Текст : непосредственный.

УДК 576.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МОРФОГЕНЕЗ РОЖКОВОГО ДЕРЕВА (*CERATONIA SILIQUA* L.) В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Салех Абдулрахман, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, abdulrahman1996nez@gmail.com

Киравосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru

Калашикова Елена Анатольевна, д.б.н. ведущий научный сотрудник Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН, kalash0407@mail.ru

Аннотация: Рожковое дерево (*Ceratonia siliqua* L.) — ценная древесная культура, произрастающая в средиземноморском регионе. Его семена богаты галактоманнаном, который используется в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. В данной работе исследованы способы повышения всхожести семян и влияние различных регуляторов роста на морфогенез *Ceratonia siliqua* в условиях *in vitro*. Основные методы предпосевной обработки включали механическую скарификацию, замачивание в горячей и холодной воде, кислотную обработку и холодную стратификацию. Также оценивались эффекты применения регуляторов роста: бензиламинопурина (БАП), кинетина и 24-эпибрассинолида (ЭПИИ). Результаты показали, что наиболее эффективными способами преодоления покоя семян являются обработка горячей водой и механическая скарификация. Использование ЭПИИ и кинетина положительно влияло на ростовые процессы проростков. Полученные данные могут быть использованы для разработки технологий микроразмножения и получения качественного посадочного материала.

Ключевые слова: рожковое дерево, регуляторы роста, предпосевная обработка семян, *in vitro*

Введение. *Ceratonia siliqua* L., или рожковое дерево, является вечнозеленым представителем семейства бобовых (Fabaceae), известным своей высокой адаптацией к засушливым условиям и ценными плодами [2,5,6]. Плоды этого растения содержат до 85% галактоманнана в эндосперме семян, который применяется как пищевая добавка E410 — загуститель и стабилизатор [1]. Однако семена рожкового дерева характеризуются

длительным периодом покоя, что затрудняет их прорастание и выращивание.

Для преодоления семенной покоя используются различные способы предпосевной обработки: термические, химические, механические и биологические. Особый интерес представляет применение регуляторов роста растений, таких как цитокинины и брассиностероиды, которые активируют ростовые процессы и улучшают метаболизм проростков [4].

Целью данного исследования стало изучение влияния различных способов предобработки и регуляторов роста на всхожесть и морфометрические параметры проростков *Ceratonia siliqua* в условиях *in vitro*.

Методы. Объектом исследования служили зрелые семена *Ceratonia siliqua*, собранные в лесном парке Буга (Сирия) в сентябре 2023 года. Семена хранились в вакуумной упаковке до начала эксперимента. Для преодоления семенной покоя использовались следующие методы:

Механическая скарификация (МС) — обработка наждачной бумагой;

Горячая вода (ГВ) — выдерживание в воде при 80°C в течение 48 ч;

Холодная вода (ХВ) — замачивание в воде при 26°C в течение 2 суток;

Кислотная скарификация (КС) — обработка концентрированной H₂SO₄ в течение 10 мин;

Холодная стратификация (ХС) — хранение при +4°C в течение 5–6 недель;

Контроль (К) — без обработки.

Для культивирования семян использовалась питательная среда Woody Plant Medium (WPM) с добавлением следующих регуляторов роста:

6-бензиламинопури́н (БАП) — 1 мг/л; Кинетин — 1 мг/л; 24-эпибрассинолид (ЭПИН) — 1 мг/л; Индол-3-уксусная кислота (ИУК) — 0,1 мг/л; Активированный уголь — 1 г/л.

Эксперимент проводился в двух биологических и трех аналитических повторностях. Морфометрические показатели (длина надземной части, длина корней) регистрировались через 30 дней после посева. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием MS Excel.

Результаты. Наибольшая всхожесть была достигнута при обработке семян горячей водой (56,7%) и механической скарификации (50%), тогда как контрольная группа показала лишь 10% всхожести (рис. 1). Эти результаты согласуются с данными других авторов, подчеркивающих важность нарушения целостности семенной оболочки для активации прорастания [3].

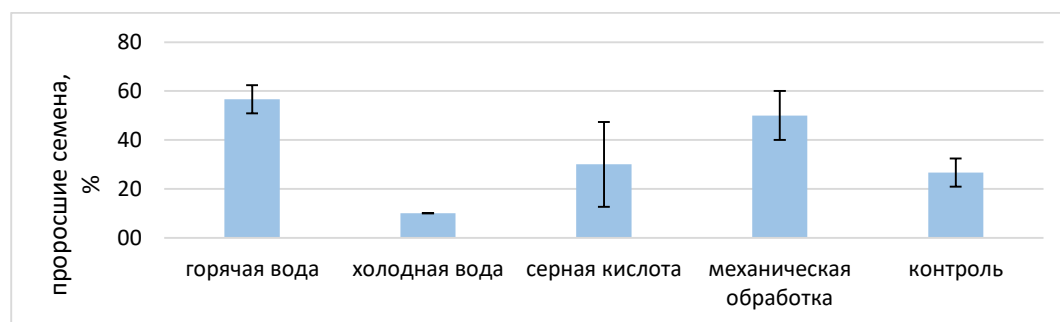


Рис.1 Влияние способов предобработки на прорастание семян *Ceratonia siliqua*

Влияние регуляторов роста на развитие проростков представлено в рисунке 2. Наиболее выраженный стимулирующий эффект наблюдался при использовании кинетина — средняя длина надземной части составила 8,13 см. Применение ЭПИН также положительно сказалось на росте (3,7 см), хотя значительно уступало кинетину. БАП оказал минимальное воздействие (2,19 см).

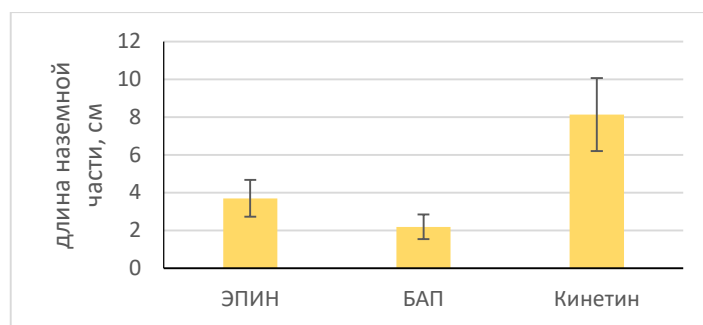


Рис.2 Влияние регуляторов роста на среднюю длину наземной части проростков *Ceratonia siliqua*

Результаты свидетельствуют о высокой чувствительности семян *Ceratonia siliqua* к цитокининам, особенно к кинетину. Это может быть связано с активацией деления клеток в меристемах и ускорением формирования первичных побегов. Брассиностероиды, такие как ЭПИН, также проявляют стимулирующее действие, но, вероятно, требуют более точной дозировки и времени обработки.

В результате проведённого исследования установлено, что наиболее эффективными способами преодоления семенной покоя *Ceratonia siliqua* являются обработка горячей водой и механическая скарификация. Из регуляторов роста наибольшее положительное влияние на рост проростков оказали кинетин и 24-эпибрассинолид. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации условий культивирования *in vitro* и разработки технологий массового микроразмножения рожкового дерева. Это позволит повысить эффективность использования культуры в промышленности и обеспечить устойчивое производство сырья на основе галактоманнана.

Библиографический список

1. Корнева О. А. и др. Производство мучных кулинарных полуфабрикатов из безглютеновой мучной смеси //Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – №. 1. – С. 40-44.
2. Brassesco M. E. et al. Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food //Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Т. 114. – С. 310-322.
3. Duksi F. Effects of various pre-sowing treatments on in vitro seed germination of *Ceratonia siliqua* L. // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2022. – Т. 17. – №. 2. – С. 158-165.
4. Faramarzi A. et al. *Ceratonia siliqua* (Carob) extract improved in vitro development of vitrified-warmed mouse germinal vesicle oocytes: assessment of possible mechanism //Cell and tissue banking. – 2021. – Т. 22. – №. 1. – С. 137-144.
5. Kyriacou M. C. et al. Mapping the primary and secondary metabolomes of carob (*Ceratonia siliqua* L.) fruit and its postharvest antioxidant potential at critical stages of ripening //Antioxidants. – 2021. – Т. 10. – №. 1. – С. 57.
6. Zouari N., El Mtili N. In vitro propagation of mature carob trees (*Ceratonia siliqua* L.) from the axillary buds //American Journal of Plant Sciences. – 2020. – Т. 11. – №. 9. – С. 1369-1382.

УДК 635.037

ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛОНГАЦИИ И УКОРЕНЕНИЯ РОЗ SCARLET MERCEDES KORDANA IN VITRO

Серебрякова Жанна Сергеевна, учебный мастер, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», serebryakova_zhs@pfur.ru

Аннотация: Установлено влияние повторной элонгации и добавления в питательную среду таких рострегулирующих веществ как флороглюцин и янтарная кислота на рост и корнеобразование розы *Scarlet Mercedes Kordana*. Интенсивный рост микрорастений роз после вторичной элонгации и укоренение отмечены на питательной среде MS с добавлением ИМК 0,5 мл/л.

Ключевые слова: *Scarlet Mercedes Kordana*, *Rosa Kordana*, элонгация, укоренение, клональное микроразмножение

Роза (*Rosa Kordana*) – хорошо известное и популярное декоративное растение, пригодное для культивирования как в открытом, так защищённом грунте. Основной ценностью культуры является высокая эстетическая привлекательность, обусловленная великолепным внешним видом, изысканным ароматом. Также важное значение имеет длительный период цветения, большое разнообразие сортов, устойчивость к заморозкам. Посадочный материал роз неизменно пользуется высоким потребительским спросом как в производственном секторе, так и частном. Однако, есть ряд ограничений, которые имеют место при выращивании такого материала. Во-первых, саженцы большинства форм и сортов розы получают в результате прививки, т.е. требуется подвойный материал и, соответственно, высококвалифицированный персонал для выполнения окулировки. Не меньше проблем существует и с зеленым черенкованием, где необходимо наличие туманообразующих установок, соответствующих маточно-сортовых насаждений. Метод клонального микроразмножения, получивший распространение в последнее время в питомниководстве, представляет собой тот же способ зеленого черенкования, только перенесенный в стерильные условия и реализуемый в лабораторных условиях, где пролиферирующие культуры используются как маточные. Для получения полноценных растений стандартным подходом в клональном микроразмножении является элонгация, стимулируемая относительно низкими концентрациями цитокининов (6-бензиламинопурина) и/или гиббереллином (ГК₃). Однако, в научной литературе, достаточно много информации о неоднозначности такого решения и тем более, его результативности. Корнацкий С.А (2024) информирует о получении на стадии элонгации сахарной свёклы принципиально нового эффекта в виде восстановления утраченного гипокотилия, что можно рассматривать как последствие использования гиббереллина, поскольку он применялся в пассаже, предшествующем элонгации. В конечном итоге, это позволило решить вопрос с корнеобразованием и микрочеренками [2].

Объектом исследования служили стерильные культуры розы *Scarlet Mercedes Kordana*. Изучалось влияние состава питательных сред Мурасиге-Скуга (MS), Кворина-Лепуавра (QL), Woody Plant Medium (WPM) с различными типами и концентрациями регуляторов роста на растения роз. Растительный материал культивировали в светоконате со следующими параметрами: освещённость 5500-6000 лк, световой день - 16 часов, температура + 22...24°C. В качестве контроля была взята питательная среда Кворина-Лепуавра (QL) с добавлением 6-БАП 0,05 мл/л. Во второй фазе элонгации состав контрольной питательной среды не менялся. К изучаемым вариантам питательных сред Кворина-Лепуавра (QL), Мурасиге-Скуга (MS) и Woody Plant Medium (WPM) были добавлены гибберелловая кислота (ГК₃) 0,5 мл/л и 6-БАП 0,05 мл/л для изучения возможного влияния последствия ГК₃ на рост и развитие растений. В течение 4 недель наблюдений визуально не было отмечено изменений по темпам роста растений во всех вариантах. По истечении 4 недель конгломераты пересаживали на питательные среды с аналогичным минеральным составом с фоновой концентрацией 6-БАП 0,05 мл/л. Через 2 недели наблюдали очевидный эффект последствия ГК₃ на питательной среде QL, где средняя длина микропобегов достигала 4,8 см. Через 4 недели средняя длина микропобегов на

данной питательной среде увеличилась до 6,14 см. Также увеличение средней длины побегов было отмечено на питательной среде WPM с ГК₃ 0,5 мл/л и с 6-БАП 0,05 мл/л на фоне. Через 2 недели после 1 фазы элонгации средняя длина побегов увеличилась до 3,88 см, а через 4 недели – до 4,48 см (Таблица 1).

Таблица 1

Рост микрочеренков розы *Scarlet Mercedes Kordana* на стадии элонгации в зависимости от состава питательной среды, см

Состав среды		Длина микрочеренков, см	
Одна фаза элонгации	Две фазы элонгации	При 1-й фазе элонгации	При 2-х фазах элонгации
QL + 6-БАП 0,05 мл/л (контроль)	-	3,88	-
QL + ГК ₃ 0,5 мл/л + 6-БАП 0,05 мл/л	-	3,52	-
MS + ГК ₃ 0,5 мл/л + 6-БАП 0,05 мл/л	-	3,42	-
WPM + ГК ₃ 0,5 мл/л + 6-БАП 0,05 мл/л	-	3,58	-
QL + 6-БАП 0,05 мл/л (контроль)	QL + 6-БАП 0,05 мл/л (контроль)	3,88	4,24
QL + ГК ₃ 0,5 мл/л + 6-БАП 0,05 мл/л	QL + 6-БАП 0,05 мл/л	3,52	6,14
MS + ГК ₃ 0,5 мл/л + 6-БАП 0,05 мл/л	MS + 6-БАП 0,05 мл/л	3,42	4,20
WPM + ГК ₃ 0,5 мл/л + 6-БАП 0,05 мл/л	WPM + 6-БАП 0,05 мл/л	3,58	4,48
HCP ₀₅ (питательная среда) = 1,00			

Получение полноценных растений возможно только после инициации корнеобразования у микрочеренков, что требует питательной среды, типа ауксина и его концентрации. Чаще всего ризогенез у микрочеренков роз стимулирует добавление к составу питательной среды индолил-3-масляной кислоты (ИМК) или нафтилуксусной кислоты (НУК) в концентрациях 0,5 – 1,0 мг/л, что ведет к образованию сильных корней [1].

Ранее нами изучались различные варианты использования ауксинов для ризогенеза у микрочеренков розы сорта *Scarlet Mercedes Kordana*, с использованием НУК в концентрациях 0,5 мл/л и 1,0 мл/л и ИМК в концентрации 1,0 мл/л. При этом случаи укоренения роз были единичными, а ИМК в концентрации 0,5 мл/л оказался оптимальным вариантом использования ауксина в питательной среде (неопубликованные данные).

Ориентируясь на опыт применения флороглюцина и янтарной кислоты для стимуляции процесса корнеобразования у микрорастений, подобный опыт провели с микрочеренками роз [3].

В качестве контроля использовали питательную среду MS с добавлением индолил-3-масляной кислоты (ИМК) 0,5 мл/л. В другие варианты были добавлены соответственно флороглюцин в концентрации 0,1 г/л и янтарная кислота в концентрации 0,2 г/л. Учёт проводился по истечению 4 недель (таблица 2).

Таблица 2

Влияние состава питательной среды на укоренение микрочеренков розы *Scarlet Mercedes Kordana*

Состав питательной среды	Средняя длина корня, см	Число корней, %				
		0-5	6-10	11-15	16-20	21-25
MS (фон – 0,5 мл/л ИМК) - контроль	1,4	48,4	22,0	18,5	7,4	3,7
MS (фон – 0,5 мл/л ИМК) + флороглюцин 0,1 г/л	1,9	37,0	51,9	0	11,1	0
MS (фон – 0,5 мл/л ИМК) + янтарная кислота 0,2 г/л	1,5	44,6	14,7	33,3	3,7	3,7
НСР ₀₅ (по количеству корней, %) = 31,0						

Очевидной была зависимость количества корней у микрорастений от состава питательной среды. В контрольном варианте отмечено наибольшее количество растений с 0-5 корнями, в питательной среде с добавлением флороглюцина – с 6-10 и с 0-5 корнями, в питательной среде с янтарной кислотой – с 0-5 и с 11-15 корнями (рис.1). Разница в длине корней между всеми вариантами оказалась незначительной.

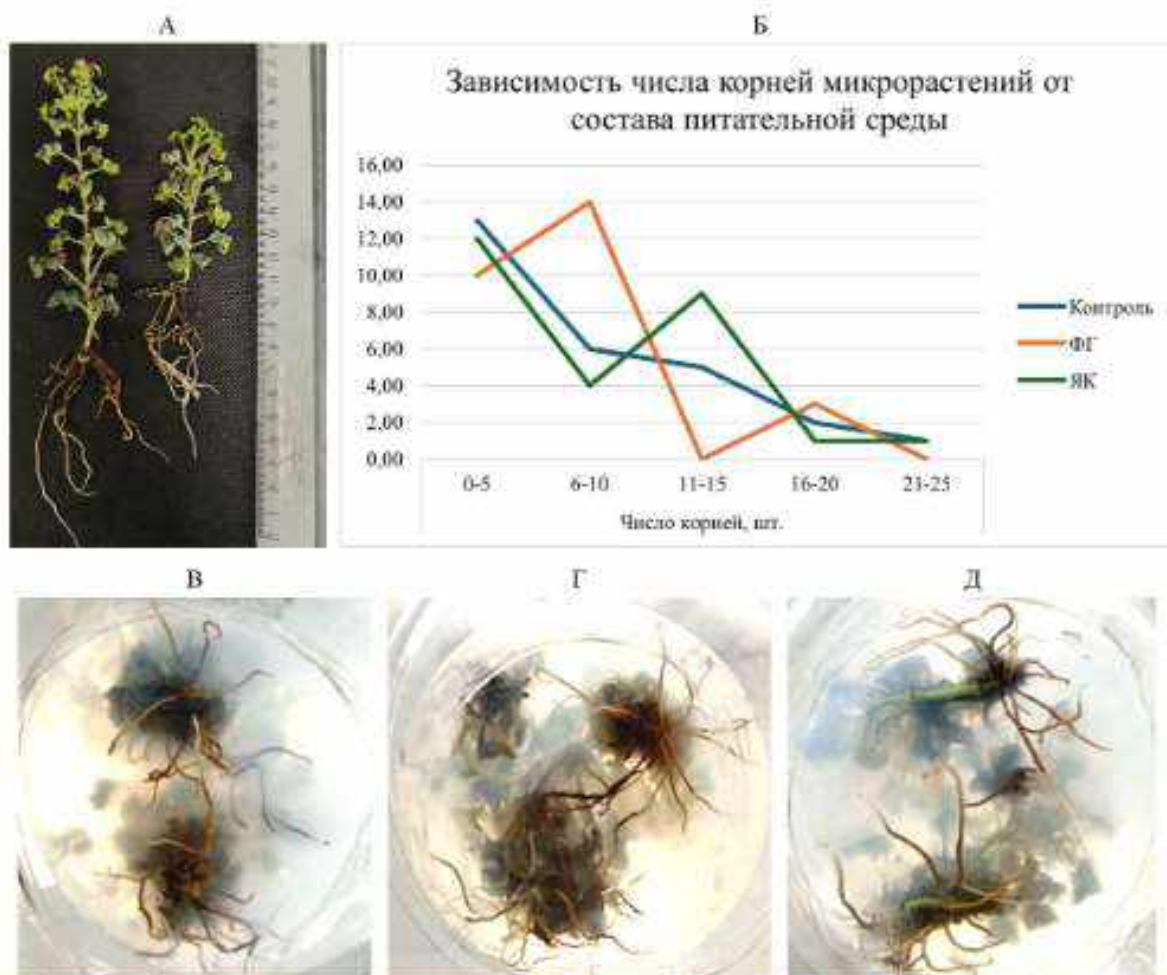


Рис. 1 А – растения роз, прошедшие этап укоренения; Б – зависимость числа корней микрорастений от состава питательной среды; В-Д –укоренение микрочеренков розы *Scarlet Mercedes Kordana* (Б: по горизонтали – вариации количества корней на растение, по вертикали – количество растений с данным количеством корней; В - MS (фон – 0,5 мл/л

ИМК) – контроль; Г - MS (фон – 0,5 мл/л ИМК) + флороглюцин 0,1 г/л; Д - MS (фон – 0,5 мл/л ИМК) + янтарная кислота 0,2 г/л)

В ходе исследований был выявлен положительный эффект последствия гибберелловой кислоты на рост розы *Scarlet Mercedes Kordana* на стадии элонгации, что позволило получить более кондиционный материал для укоренения. Также было отмечено положительное влияние флороглюцина и янтарной кислоты на количество корней, 6-10 и 11-15 штук на растение соответственно.

Дальнейшее изучение данных вопросов позволит упростить процесс получения растительного материала, который можно использовать для закладки маточников роз.

Библиографический список

1. Егорова Н. А., Ставцева И. В., Митрофанова И. В. «Влияние сорта и состава питательной среды на укоренение розы эфиромасличной при микроразмножении in vitro» // «Биомика». — 2018. — Т. 10, № 1. — С. 11–15.
2. Корнацкий, С. А. Актуальные вопросы повышения результативности и воспроизводимости конечных этапов клонального микроразмножения сахарной свёклы / С. А. Корнацкий, М. В. Кузьмина // Сахар. – 2024. – № 6. – С. 45-50. – DOI 10.24412/2413-5518-2024-6-45-50.
3. Серебрякова Ж. С. «Влияние янтарной кислоты и флороглюцина на развитие растений земляники садовой in vitro на этапе элонгации» // Сборник материалов конференции «Инновационные процессы в сельском хозяйстве», Российский университет дружбы народов (РУДН), 2023, с. 385–389.

УДК 633.854.54

ОЦЕНКА ЦЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ПЕРВОГО ГИБРИДНОГО ПОКОЛЕНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Симагин Александр Дмитриевич, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alexander.d.simagin@yandex.ru

Вертикова Елена Александровна, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vertikovaea@yandex.ru

Ганичев Мирон Анатольевич, студент 4-го курса кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: в статье представлены результаты исследования популяций первого гибридного поколения льна масличного, полученных путем гибридизации различных селекционных линий. Работа выполнена на базе Полевой станции РГАУ-МСХА. Результаты оценки показали, что все изученные популяции характеризуются повышенной семенной продуктивностью.

Ключевые слова: лен масличный, анализ растения, архитектура стебля, количество семян с растения

В современном сельскохозяйственном производстве масличные культуры занимают значительные площади в мировой структуре посевов. В 2023 году объём мирового производства масличных культур превысил 420 млн. т [1]. К масличным культурам принято относить следующие растения семена которых содержат от 20 до 60 процентов масла [3]. Наибольшее распространение в качестве масличных культур получили следующие виды: подсолнечник, соя, рапс, масличный лен и т.д. Химический состав масла каждого

перечисленного вида уникален [2]. По показателю йодного числа растительные масла можно разделить на невысыхающие, полувысыхающие и высыхающие.

Льняное масло относится к группе высыхающих масел, причем йодное число льняного масла зачастую на порядок выше чем у многих сельскохозяйственных культур [4]. В масле льна содержится большое количество альфа-линоленовой кислоты, что делает лен природным источником омега-3. Помимо пищевой промышленности масло льна также используется в лакокрасочной, полиграфической и медицинской промышленности.

Материалы и методы. В качестве исходного материала для гибридизации растений льна масличного использовали биоресурсную коллекцию. Родительскими линиями для получения гибридных популяций стали: Радуга, Светлячок, Нилин, Небесный, Ручеек, Даник, Ы 117. Растения первого гибридного поколения высевали в 2024 году на Полевой опытной станции РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева. Учетная площадь каждой популяции составила 0,15 м или 1 рядок. Семена высевали в первую декаду мая. На протяжении всего вегетационного периода складывались благоприятные условия для выращивания льна масличного (рисунок 1).

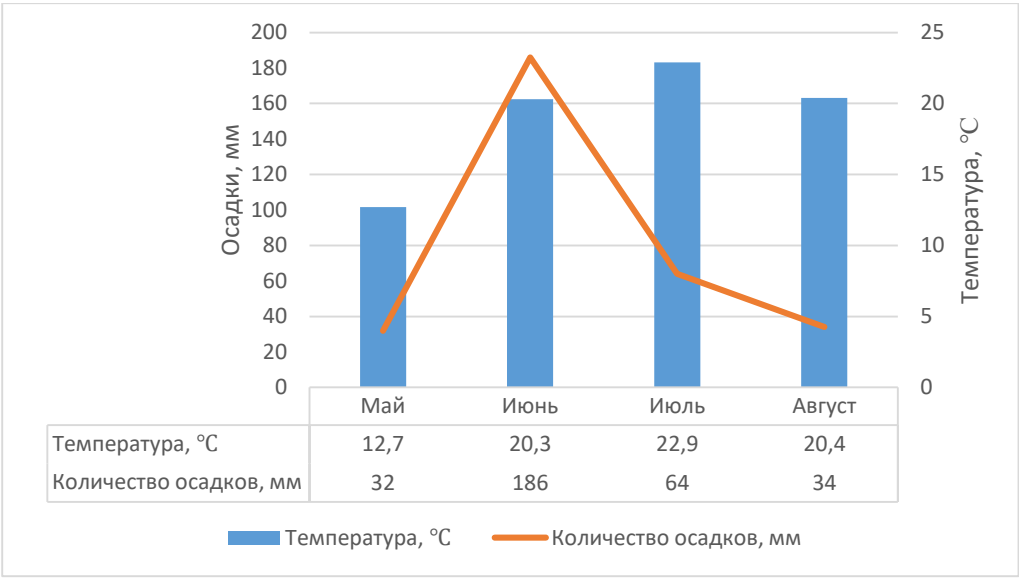


Рис. 4. Метеорологические условия вегетационного периода в 2024 году

Уборку проводили в сжатые сроки в первую декаду августа. У собранных растений оценивали высоту главного стебля, техническую длину, диаметры стебля у основания, по центру и у начала соцветия. При анализе соцветия подсчитывали количество семян, коробочек. На весах измеряли массу семян с растений.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены средние характеристики популяций первого гибридного поколения льна масличного.

Таблица 4

Средние показатели популяций первого поколения масличного льна

№	Анализ растения				Анализ соцветия		
	Высота растений, см	Техническая длина, см	Мыкlostь	Сбeжистость	Кол-во коробочек на одном растении, шт.	Кол-во семян с одного растения, шт.	Масса семян с растением, г
5x3*	65,33	32,28	91,74	0,16	37,50	310,00	2,28
2x11*	69,63	32,73	96,76	0,14	36,50	278,25	2,10

9x8*	66,33	28,60	106,06	0,12	39,25	292,00	2,23
4x13*	69,84	39,08	136,89	0,14	33,20	270,80	2,02
НСР05	1,53	-	-	-	-	-	-

*Примечание: 5x3 – популяция полученная при скрещивании Ы117 и Флиз; 2x11 – Даник и Ручеек, 9x8 – Радуга и саетлячок, 4x13 – Нилин на небесный

Как видно из таблицы 1 популяции отличались по высоте растений. Растения популяций 4x13 и 2x11 были выше остальных популяций. Все популяции показали низкую мыклость, что показывает, что в стеблях содержится низкокачественное волокно. При этом показатель сбежистости приближался к оптимальному значению и был в среднем на уровне 0,14. На растениях всех популяций насчитывали свыше 30 коробочек и 200 семян.

Таким образом у всех изучаемых популяций отмечали повышенную семенную продуктивность, что позволяет перевести эти популяции в последующие звенья селекционного процесса.

Библиографический список

1. Макарская, Е. Ю. Тенденции развития рынка масличных культур и основные меры государственной поддержки отечественной селекции в современных геополитических условиях / Е. Ю. Макарская, К. М. Кривошлыков // Масличные культуры. – 2024. – №2 (198). – С. 108–113.
2. Симагин, А. Д. Оценка жирнокислотного состава сортов льна масличного / А. Д. Симагин, С. Л. Белопухов, А. С. Симагина [и др.] // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения : Сборник научных трудов XII международной научной конференции молодых ученых, Москва, 05–06 декабря 2024 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2024. – С. 260-263.
3. Складов, С. В. Высокомасличная коллекция льна ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК / С. В. Складов, Л. Г. Рябенко, В. С. Зеленцов // Масличные культуры. – 2021. – № 2(186). – С. 46-49. – DOI 10.25230/2412-608X-2021-2-186-46-49.
4. Effect of humic-fulvic complex on flax fiber and seed yield characteristics / S. L. Belopukhov, E. A. Grishina, I. I. Dmitrevskaya [et al.] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – P. 71-81.

УДК 633.521

ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Симагина Анастасия Сергеевна, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, klepikova.anastasi@yandex.ru

Вертикова Елена Александровна, и.о. заведующего кафедрой генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vertikova@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследование проводилось с целью отбора ценных генотипов льна-долгунца из гибридных популяций. Материалом для проведения исследования послужила биоресурсная коллекция сортов льна-долгунца и гибридная популяция (F₃), в качестве родительских форм использовались 2 сорта

Ключевые слова: лен-долгунец, селекция, гибридные популяции, скрещивания

Введение. Лен-долгунец является одной из важнейших технических культур [5]. Производство сортов, отличающихся повышенной урожайностью по выходу льноволокна [1], а также сортов, обладающих высоким качеством – это основные задачи [2], имеющие стратегическое значение для нашей страны. Как показывает многолетний опыт ведения селекционной работы, одним из важных факторов, влияющих на эффективность практической селекции, является качественный подбор пар для скрещиваний [3]. Создание генетических коллекций и поиск доноров хозяйственно-ценных признаков – основные задачи при ведении селекционного процесса у льна-долгунца [4].

Методика проведения исследований. Работа проводилась в 2022 - 2024 гг. на базе ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. Полевой опыт располагался на Полевой опытной станции, оценки проводились в селекционных лабораториях кафедры генетики, селекции и семеноводства. Материалом для исследования послужили 2 сорта льна-долгунца и гибридная популяция третьего поколения, полученная в результате проведения гибридизации подобранных родительских форм (табл. 1).

Таблица 1

Происхождение изучаемых сортов льна-долгунца

№ п/п	Сорт	Оригинатор	Метод получения	Регион включения сортов в Государственный реестр селекционных достижений
1	Росинка	ФГБНУ ФНЦ ЛК (Федеральный научный центр лубяных культур)	Выведен методом гибридизации с последующим отбором на инфекционном фоне	Северо-Западный (2) Центральны (3)
2	Полет	ФГБНУ ФНЦ ЛК (Федеральный научный центр лубяных культур)	Выведен методом гибридизации с последующим отбором	Северо-Западный (2)

Агротехнические мероприятия применяли по общепринятой для Центрального района Нечерноземной зоны методике.

Разбивка посевной площади осуществлялась ручным маркером. Ширина междурядий составляла 7,5 см. Посев проводили 5 мая вручную. Норма высева 145 шт./м. Глубина заделки семян 2-3 см. Уборку проводили вручную в фазу ранней жёлтой спелости. Учетная площадь делянки - 7 рядков, размещение рандомизированное, повторность трехкратная для родительских форм, 7 рядков в однократной повторности для гибридной популяции.

В исследовании были проведены полевые и лабораторные оценки. В полевых условиях сорта оценили на устойчивость к полеганию и к основным грибным болезням льна, а именно – ржавчина, фузариозное увядание и пасмо. В лабораторных условиях оценили такие признаки как количество продуктивных стеблей (шт), высота растений (см), техническая длина (см), диаметр у основания (мм), диаметр у соцветия (мм), мыклость, сбежистость, количество коробочек на одном растении (шт), количество семян с одного растения (шт), среднее количество семян в одной коробочке (шт), масса семян с растения (г).

Для оценки этих показателей использовалось различное оборудование. Для измерения высоты растений и технической длины использовалась сантиметровая лента. Для измерения диаметра использовался штангенциркуль. Для подсчета количества семян с одного растения использовался автоматический счетчик семян SLY-C Plus. Для измерения массы семян с растений использовались весы Госметр.

Результаты исследований. Качество волокна оценивалось по косвенным признакам - мыклость и сбежистость, для их расчета необходимо измерение таких показателей как диаметр у основания и диаметр у соцветия. У родительских форм значение по мыклости в среднем составило 415,22 и 399,30, у гибридной популяции по этому признаку значение составило 353, 55. У родительских форм значение по сбежистости в среднем составило 1,15 и 0,83, у гибридной популяции по этому признаку значение составило 1,0. По таким признакам как количество коробочек и количеству семян с растения (шт.) у сорта Росинка и сорта Полет результаты получились следующие 5 шт./раст. и 5 шт/раст соответственно по количеству коробочек, 40 шт/раст и 42 шт/раст соответственно. Ц гибридной популяции по этим показателям получены следующие результаты 7,55 шт/раст и 53,30 шт/раст соответственно. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты анализа структуры урожая сортов и гибридной популяции

Анализ структуры урожая льна-долгунца 2024 г								
Сорт / Гибридная популяция	Анализ стебля					Анализ соцветия		
	Техническая длина, см	Диаметр у основания, мм	Диаметр у соцветия, мм	Мыклость	Сбежистость	Количество коробочек на одном растении, шт	Количество семян с одного растения, шт	Масса семян с растения, г
Росинка (I)	76,16	2,1	0,7	379,05	1,33	6	50	0,23
Росинка (II)	74,46	1,7	0,6	472,99	1,11	4	36	0,18
Росинка (III)	65,12	1,7	0,7	393,61	1,00	4	34	0,14
средние	71,91	1,8	0,7	415,22	1,15	5	40	0,18
Полет (I)	58,62	1,4	0,6	444,42	0,83	4	27	0,09
Полет (II)	63,15	1,8	0,7	387,70	1,07	7	54	0,26
Полет (III)	61,42	1,8	1,2	365,78	0,60	5	44	0,18
средние	61,06	1,6	0,8	399,30	0,83	5	42	0,18
F3 Росинка х Полет	66,00	1,9	0,9	347,37	1,00	5	33	0,13
	71,00	2,4	1,3	295,83	1,10	11	62	0,31
	64,50	2,1	1,0	307,14	1,10	6	49	0,23
	62,00	2,0	1,0	310,00	1,00	8	60	0,30
	64,00	2,5	1,4	256,00	1,10	16	126	0,53
	63,00	1,6	1,0	393,75	0,60	6	38	0,14
	68,00	2,7	1,4	251,85	1,30	14	80	0,38
	68,00	1,6	0,3	425,00	1,30	4	32	0,12
	65,50	1,8	0,7	363,89	1,10	4	34	0,15
	68,00	1,5	0,6	453,33	0,90	4	39	0,20
	74,00	1,9	1,1	389,47	0,80	8	51	0,18
	58,50	1,5	0,8	390,00	0,70	6	35	0,15
	72,50	2,5	1,2	290,00	1,30	14	114	0,40
	59,00	1,4	0,9	421,43	0,50	7	40	0,16
	60,00	2,0	0,9	300,00	1,10	6	38	0,18

	68,50	1,6	0,7	428,13	0,90	6	36	0,16
	62,50	1,9	1,0	328,95	0,90	8	67	0,28
	69,50	1,6	0,4	434,38	1,20	5	40	0,15
	60,00	1,7	0,8	352,94	0,90	7	41	0,19
	63,00	1,9	0,7	331,58	1,20	6	51	0,24
средние	65,38	1,91	0,91	353,55	1,00	7,55	53,30	0,23

Таким образом, в ходе проведения исследования были проанализированы родительские формы и гибридная популяция третьего поколения, полученная в результате гибридизации. Гибридная популяция показала хорошие результаты по мыклости (353,55 единиц), по количеству коробочек с растения (7,55 шт/раст), по количеству семян с растения (53,30 шт/раст) и массе семян с растения (0,23 г), что свидетельствует о генетическом потенциале и интересе для проведения отбора из этой популяции и дальнейшего изучения.

Библиографический список

1. Герасимова, Е. Г. Оценка влияния условий выращивания на урожайность и качество льнопродукции / Е. Г. Герасимова, Т. А. Рожмина // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 4. – С. 15-20.
2. Герасимова, Е. Г. Этапы создания нового сорта льна-долгунца с высокими прядильными свойствами / Е. Г. Герасимова, Л. Н. Павлова, Л. П. Кудрявцева [и др.] // Кормопроизводство. – 2023. – № 9. – С. 11-15.
3. Рожмина, Т. А. Изменчивость содержания волокна в стеблях у различных сортов льна-долгунца / Т. А. Рожмина, А. А. Янышина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24, № 4. – С. 562-571.
4. Симагин, А. Д. Биоресурсная коллекция льна кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / А. Д. Симагин, А. С. Симагина, С. А. Захарова, Е. А. Вертикова // Генофонд и селекция растений : Материалы 7-й Международной конференции, посвященной 95-летию академика РАН П.Л. Гончарова, Новосибирск, 10–12 апреля 2024 года. – Новосибирск: Федеральный исследовательский центр институт цитологии и генетики СО РАН, 2024. – С. 314-316.
5. Симагин, А. Д. Перспективы селекции льна-долгунца в России / А. Д. Симагин, С. А. Захарова, А. С. Симагина // Селекция и генетика культурных растений – 2023 : МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА, Москва, 18 октября 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 202-205.

УДК 576.7

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МАНДАРИНА (C. RETICULATA BLANCO) В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Суменков Никита Андреевич, аспирант кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.sumenkoff@yandex.ru

Киракосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru

Зайцева Светлана Михайловна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, smzaytseva@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрено влияние сочетания некоторых регуляторов роста, в частности 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, 6-бензиламинопурина, 4-

хлорфеноксиуксусной кислоты, индолил-3-уксусной кислоты, форхлорфенурана на культивирование мандарина (*C. reticulata* Blanco) в культуре *in vitro*.

Ключевые слова: мандарин, *C. reticulata*, *in vitro*, соматический эмбриогенез, каллус

Введение. Цитрусовые - одна из ведущих мировых плодовоовощных культур, которая выращивается во всем мире из-за своей питательной ценности и употребляется в основном в виде свежих фруктов и соков [1]. Мандарин (*Citrus reticulata* Blanco) выращивается на обширных тропических и субтропических территориях с давних времен [2]. Научно установлено, что цитрусовые благодаря своему богатству витаминами, антиоксидантами и минералами, обладают многими доказанными полезными свойствами для здоровья [3].

Несмотря на обширное культивирование, цитрусовые плантации по-прежнему сталкиваются с рядом серьезных проблем, таких как длительный период созревания, медленный рост и насекомые-вредители, болезни, чередование плодоношения, потери до и после сбора урожая, большое количество семян в пересчёте на один плод, короткий сезон сбора урожая и короткий срок хранения и т.д.

При использовании традиционных методов селекции генетические улучшения этого многолетнего древесного растения часто занимают много лет [4]. Однако, применение биотехнологических методов, в частности клонального микроразмножения *in vitro*, является отличным инструментом для преодоления проблем, связанных с выращиванием этого вида в полевых условиях.

Методы. Для введения в культуру в качестве исходного растительного материала были использованы полноценно сформированные семена мандарина (*C. reticulata*) сорта 'Декорон'. После удаления семенной кожуры семена тщательно промывали под проточной водой с добавлением ПАВ.

Эксплантом служили семядоли, содержащие множественные адвентивные зародыши (их количество в некоторых семенах доходило до 10 штук), которые стерилизовали в 0,1% растворе хлорида ртути (II) в течение 7 мин, промывали несколько раз стерильной дистиллированной водой и с помощью стерильных инструментов в условиях ламинарного бокса помещали в контейнеры на агаризованную питательную среду Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением в одном варианте: 2 мг/л 4-хлорфеноксиуксусной кислоты (4-ХФУК) и 0,5 мг/л 6-Бенизиламинопурина (6-БАП); во втором: 2 мг/л 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 0,5 мг/л N-(2-Хлорпиридин-4-ил)-N'-фенилмочевины (форхлорфенурана (ФХФУ)); в третьем варианте 1 мг/л индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина.

Контейнеры переносили в световую комнату на стеллажи под белые люминесцентные лампы (интенсивность освещения 150 мкмоль/м²*с) и культивировали при температуре 23 ± 1°C и 16-часовом дне. В течение дальнейшего времени наблюдали за происходящими изменениями в процессе культивирования растений.

Результаты. Спустя 30 суток на среде с добавлением 2 мг/л 2,4-Д и 0,5 мг/л ФХФУ наблюдали начало образования каллуса. Через 60 суток на данной среде был получен хорошо сформированный плотный каллус, пригодный для последующего культивирования (рис. 1, в). Стоит отметить, что процессов морфогенеза на данной среде не происходило.

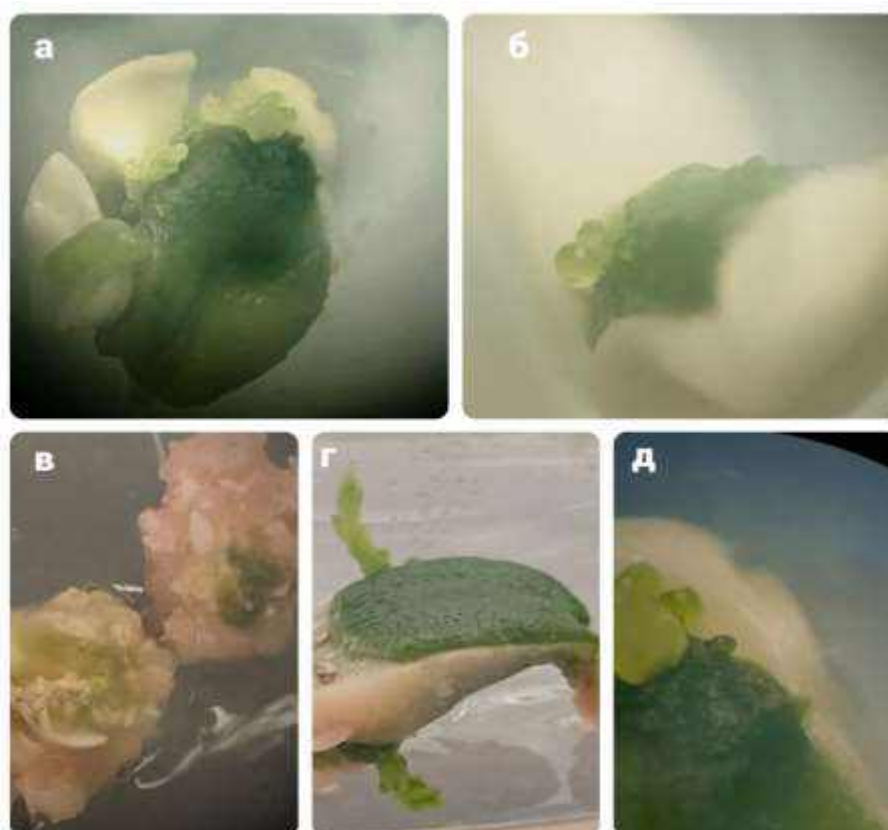


Рис.1. Морфогенетические изменения у *C. reticulata* при культивировании *in vitro* (а - формирование соматических зародышей (СЗ), стадия торпедо на поверхности семядоли, б - группа глобулярных СЗ, в – каллус на среде с 2,4-Д и ФХФУ, г – рост адвентивных побегов на поверхности семядоли, д - глобулярный зародыш.)

На среде с добавлением 2 мг/л 4-ХФУК и 0,5 мг/л 6-БАП через 30 суток также начинался процесс каллусообразования, но рост каллусной массы был менее интенсивным. На 40–50-е сутки начали формироваться меристематические бугорки, а на 50–60-е сутки наблюдался рост адвентивных побегов (рис. 1, г), то же было отмечено на среде с 1 мг/л ИУК и 0,5 мг/л 6-БАП.

В свою очередь, на среде с добавлением 2 мг/л 4-ХФУК и 0,5 мг/л 6-БАП на 50-60е сутки были обнаружены соматические зародыши на разных стадиях развития: глобулярной и торпедо (рис. 1, а, б, д). Обобщённые результаты продемонстрированы в Таблице 1.

Таблица 1

Влияние состава питательной среды на морфогенез *C. reticulata*

Питательная среда	Изменения в процессе культивирования <i>in vitro</i> ...
МС+ 2мг/л 2,4-Д+ 0,5 мг/л ФХФУ	Каллусогенез
МС+ 2мг/л 4-ХФУК+ 0,5 мг/л 6-БАП	Формирование соматических зародышей, формирование адвентивных побегов, каллусогенез
МС+ 1мг/л ИУК+ 0,5 мг/л 6-БАП	Формирование адвентивных побегов, каллусогенез

Таким образом, сравнительный анализ трех различных питательных сред выявил их специфическое влияние на морфогенез растительных тканей *C. reticulata* и показал, что

среда с 2,4-Д и ФХФУ оптимальна для получения качественного каллуса, среды с 4-ХФУК и ИУК в комбинации с 6-БАП способствуют более сложному морфогенезу, включая формирование адвентивных побегов и соматических зародышей. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации клонального микроразмножения *in vitro* данной культуры.

Библиографический список

1. Khan M. F. et al. An efficient regeneration system for native Orange (*Citrus reticulata*) through in-vitro culture technique //Agricultural Sciences. – 2019. – Т. 10. – №. 07. – С. 975.
2. Ferreira S. S., Silva A. M., Nunes F. M. Citrus reticulata Blanco peels as a source of antioxidant and anti-proliferative phenolic compounds //Industrial Crops and Products. – 2018. – Т. 111. – С. 141-148.
3. Hasan M. N. et al. In-vitro regeneration of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck from mature seed derived embryogenic callus on different solid basal media //American Journal of Plant Sciences. – 2019. – Т. 10. – №. 2. – С. 285-297.
4. Badrelden A. Establishment of in Direct Propagation of Mandarin (*Citrus reticulata* L) using tissue culture //Egyptian Journal of Botany. – 2017. – Т. 57. – №. 3. – С. 405-416.

УДК 634.8.03

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРОРАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА IN VITRO

Титаренко Ульяна Олеговна, техник, РУДН им. Патриса Лумумбы,
ulyana.titarenko@gmail.com

Аннотация: Приведено сравнение показателей роста и развития *in vitro* растений винограда на нескольких вариантах питательных сред при использовании изопентиладенина в концентрации 0,2 мг/л. Наиболее универсальной средой для изученных сортов винограда признана питательная среда WPM, обеспечившая приживаемость микрочеренков на уровне 75-100%.

Ключевые слова: виноград, клональное микроразмножение, *in vitro*, питательная среда.

Виноград является одними из древнейших растений, окультуренным человеком. Интерес к нему в течение столь длительного периода времени поддерживается множеством полезных свойств и качеств плодов винограда, которые не только в свежем виде обладают отличным вкусом, но еще и служат ценным сырьем для переработки. Самый известный и массовый продукт переработки, конечно, вино, производство которого определяет, в значительной степени, экономику стран, расположенных в благоприятных для возделывания почвенно-климатических зонах.

Выращивание винограда – это постоянное многовековое совершенствование технологии закладки плантаций, ухода за насаждениями, обновление сортимента, которые происходили параллельно с развитием человечества. Современное виноградарство, безусловно, очень сильно ушло вперед в техническом плане, но многие исторические приемы, подходы и опыт в работе с виноградными растениями используются и ныне. Как и ранее, основой развития отрасли виноградарства являются правильно заложенные виноградные плантации. Их эффективность напрямую связана с использованием качественного посадочного материала.

Наряду с использованием традиционных приемов для получения саженцев винограда все больше прибегают к современным биотехнологическим подходам, а именно к

клональному микроразмножению, которое открывает новые перспективы в плане коэффициента размножения и скорости сортообновления. Данный метод основан на культивировании микрорастений в асептических условиях на искусственных питательных средах.

В научной литературе немало информации об успешности использования метода для тиражирования ряда сортов, однако сведения достаточно сильно разнородны по эффективности питательных сред, составу гормонов и их концентраций. Чаще всего это объясняют высокой генетической неоднородностью рода *Vitis*, обусловленной несколькими центрами происхождения, а соответственно и разными наборами генов. В результате этого сформировался пул сортов с различными морфологическими и органолептическими характеристиками, а также отличающимися требованиями к условиям среды. Все эти аспекты формируют проблему подбора в каждом случае условий культивирования *in vitro* – состава питательных сред, концентраций фитогормонов – хотя в плане технологичности лучше более универсальные подходы.

Работы по изучению влияния состава питательных сред на рост и развитие растений винограда ведутся многими учеными достаточно давно и чаще всего сводятся к модификации среды MS, адаптируя ее к сортам отечественной селекции и селекции стран бывшего Советского Союза. Известно, что сортовая специфичность может проявляться в разной степени на исследуемых модификациях среды Мурасиге-Скуга (MS) и сказываться на эффективности пролиферации и элонгации. Например, в качестве среды с наибольшей приживаемостью растений разных сортов на этапе пролиферации (91,4-100%) и средним коэффициентом размножения 3,8 была отмечена стандартная среда MS с добавлением 0,4 мг/л 6-БАП и снижением концентрации агар-агара до 5 г/л [1]. Сравнение питательных сред Уайта и MS со стандартным составом и модифицированных добавлением различных регуляторов роста и их сочетаний на разных этапах микроразмножения показало, что среда MS является оптимальной для винограда. Для пересадки растений после введения в культуру наиболее удачным оказалось сочетание 1 мг/л 6-БАП с 1 мг/л ГКЗ, и на этапе укоренения самым эффективным оказался вариант с добавлением 0,5 мг/л ИУК [3].

Настоящие исследования проведены в 2024-2025 гг. на базе биотехнологической лаборатории агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН им. Патриса Лумумбы. В качестве объекта исследования для первого опыта было взято 2 технических сорта винограда – Мускат розовый и Каберне Совиньон. Оба сорта возделываются на территории Российской Федерации, в частности в Краснодарском крае, откуда и был взят материал для дальнейшей работы.

Для введения в культуру были использованы латеральные почки, взятые с черенков после хранения в холодильнике при температуре 2-4°C в течение 2 месяцев. Непосредственно перед введением в культуру растительный материал был промыт под проточной водой в течение 40 минут и помещен в 1%-ный раствор AgNO_3 на 7 минут для поверхностной стерилизации с последующей промывкой стерилизованной дистиллированной водой. Вычленение исходных эксплантов проводили в условиях ламинар-бокса с использованием бинокулярного микроскопа, после чего высаживали их на питательную среду MS с $\text{pH}=5,0$ и 6-БАП в концентрации 0,01 мг/л.

На этапе размножения было проведено сравнение эффективности культивации микрорастений винограда на модифицированной удвоением количества KH_2PO_4 среде MS (далее $\text{MS}_{\text{мод}}$), ранее хорошо зарекомендовавшей себя с сортом Кодрянка [2] и среде WPM, отличающейся более низким содержанием макро- и микроэлементов. В качестве регулятора роста в обоих вариантах среды использовали изопентиладенин (далее iP) в концентрации 0,2 мг/л, который является фитогормоном группы цитокининов. Повторность в каждом изучаемом варианте 20-кратная. Размножение осуществлялось путем черенкования микрорастений и посадки на питательную среду относительно равнозначных по размеру черенков с одним листом и пазушной почкой. После посадки растения на обоих этапах были

размещены в светоконате с 16-часовым световым днём и освещенностью в 5,5-6 тыс. лк. Температура в светоконате поддерживается на уровне 22°C. Обработка результатов проводилась в программе MS Excel.

В Таблице 1 представлены морфометрические параметры микрочеренков винограда сортов Мускат розовый (РМ) и Каберне Совиньон (КБ) через 1,5 месяца после посадки.

Таблица 1

Морфометрические показатели растений винограда сортов Мускат розовый и Каберне Совиньон при культивировании на средах WPM и MS_{мод} с добавлением 0,2 мг/л iP

Сорт (фактор А)	Среда (фактор В)	Показатель			
		Количество корней, шт	Количество узлов, шт	Длина побега, см	Прижившихся растений, %
РМ	WPM	3,8	3,6	2,0	85,0
	MS _{мод}	0,1	1,3	0,5	60,0
КБ	WPM	2,3	4,6	3,4	75,0
	MS _{мод}	0,8	2,6	1,3	65,0
НСР ₀₅ (фактор А)		Не вычислялось	Не вычислялось	Не вычислялось	
НСР ₀₅ (фактор В)		0,4	0,7	0,6	

При анализе результатов опыта выявлены существенные различия между показателями роста и развития микрорастений винограда обоих сортов в изучаемых вариантах питательных сред. Количество корней, количество листьев и длина побегов у обоих сортов на среде WPM оказалось существенно выше, чем на среде MS_{мод}. Вместе с тем, у сорта Каберне Совиньон элементы надземной части развивались существенно лучше на обеих средах, в сравнении с сортом Мускат розовый. У некоторого количества микрочеренков не было зафиксировано признаков роста побега из пазушной почки и образование корней, что объясняет разный процент прижившихся растений в каждом варианте. На среде WPM этот показатель выше, чем на MS_{мод}, на 25% и 10% для Муската розового и Каберне Совиньон соответственно. На рисунке 1 (А, Б) визуализированы учетные показатели из Таблице 1, иллюстрирующие проблемы укоренения микрочеренков на среде MS_{мод}.

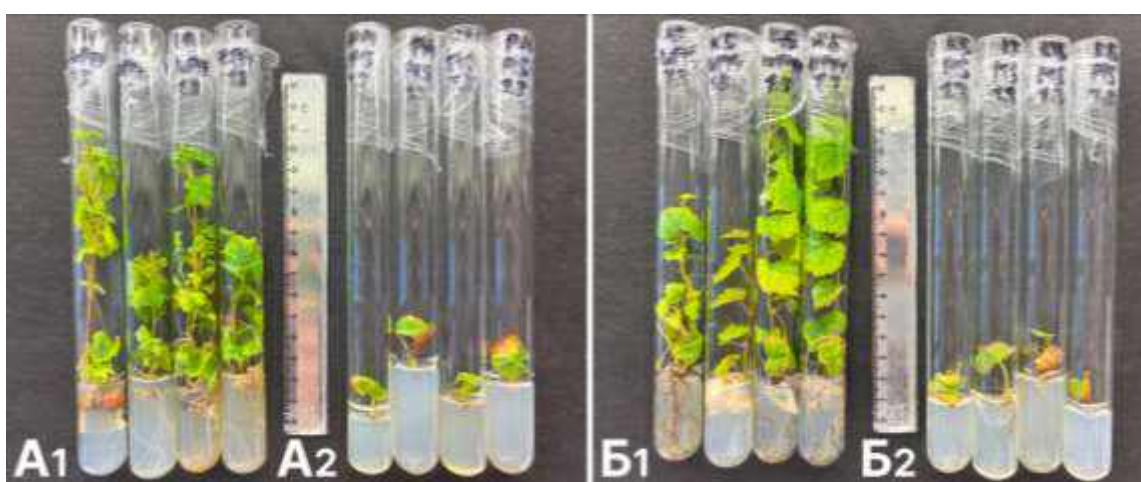


Рис 1. Состояние развития растений винограда сортов Мускат розовый (А) и Каберне Совиньон (Б) на средах WPM (1) и MS_{мод} (2) через 2 месяца после высадки микрочеренков

На основе проведенного опыта было продолжено рассмотрение влияния состава питательных сред с привлечением других сортов, поддерживающихся в коллекции лаборатории. Было проведено сравнительное изучение эффективности применения питательных сред Кворина-Лепуавра (QL) и WPM с добавлением 0,2 мг/л iP (далее QL и WPM) на этапе размножения черенкованием. В качестве объекта были взяты растения сортов Совиньон Блан (СБ в Таблице 2) и Кодрянка (К в Таблице 2). Варианты изучались в 20-кратной повторности. Методика посадки, условия размещения посаженных растений и способ обработки соответствовали методике, изложенной ранее. Результаты опыта выявили разную степень проявления сортовой специфичности на исследуемых средах в отношении некоторых показателей (табл. 2)

Таблица 2

Морфометрические показатели растений винограда сортов Совиньон Блан и Кодрянка на питательных средах разного минерального состава с добавлением 0,2 мг/л iP

Сорт (фактор А)	Среда (фактор В)	Показатель				
		Количество корней, шт	Количество узлов, шт	Длина побега, см	Удельный вес растений с 2 и более побегами, %	Прижившихся растений, %
СБ	QL	3,7	6,2	6,4	70,0	100,0
	WPM	4,6	6,3	6,7	65,0	100,0
К	QL	1,4	5,9	5,8	15,0	85,0
	WPM	3,1	5,2	4,8	10,0	85,0
НСР ₀₅ (фактор А)		0,6	Не вычислялось	1,0		
НСР ₀₅ (фактор В)		0,6		Не вычислялось		

В опыте 2 также было выявлено влияние состава среды на показатели роста и развития микрорастений. Оба сорта существенно больше корней формировали на среде WPM, в сравнении со средой QL. На примере этого же фактора достаточно явно прослеживается сортовая специфичность. В отношении количества узлов достоверной разницы между средами и сортами замечено не было. В то же время, по показателю длины побегов получены противоречивые данные в отношении влияния питательных сред, но также прослеживается специфика сорта.

Положительным эффектом было развитие из одного узла сразу нескольких побегов, который наиболее очевидно проявился у растений сорта Совиньон Блан (по 70,0% и 65,0% растений с двумя и более побегами на средах QL и WPM соответственно). У сорта Кодрянка эти показатели были значительно ниже (15,0% и 10,0% таких растений на QL и WPM соответственно).

Проведенное сравнительное изучение морфометрических показателей микрорастений винограда *in vitro* на нескольких вариантах питательных сред при использовании изопентиладенина в концентрации 0,2 мг/л. выявило, что наиболее универсальной средой для изученных сортов винограда можно признать питательную среду WPM, обеспечившая приживаемость микрочеренков на уровне 75-100%. Тем не менее, следует отметить неоднозначность некоторых показателей развития и специфику реакции сортов на условия культивирования, что подтверждает необходимость дальнейшего изучения эффективности отмеченных вариантов питательных сред в отношении более широкого спектра сортов винограда.

Библиографический список

1. Браткова Л.Г. Цаценко Н.Н. Клональное микроразмножение винограда /Браткова Л.Г. Цаценко Н.Н. // Достижения науки и техники АПК. -2015. - №6. - С. 49-52.
2. Корнацкий С.А. Технологические особенности реализации метода *in vitro* при размножении винограда /Корнацкий С.А. //Актуальная биотехнология. - 2019. - №3. - С. 98-100.
3. Собралиева Э.А. Батукаев А.А., Палаева Д.О., Батукаев М.С. Изучение действия гормонального и минерального состава питательной среды на рост и развитие винограда при микроклональном размножении / Собралиева Э.А. Батукаев А.А., Палаева Д.О., Батукаев М.С. // Проблемы развития АПК региона. - 2019. - №4. - С. 129-135.

УДК 58.084.1

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РОСТА АСЕПТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ *ALTERNANTHERA REINECKII* BRIQ

Рыкова Василиса Михайловна, соискатель кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, libelle.91@gmail.com

Хлебникова Дарья Анатольевна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, khlebnikova@rgau-msha.ru

Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, cherednichenko@rgau-msha.ru

Аннотация: Изучено влияние минерального и гормонального состава питательной среды на рост асептических растений альтернантеры Райнека и на эффективность образования каллусной ткани. Установлено, что добавление в питательную среду МС 1 мг/л 2,4-Д и 1,5 г/л биотина приводило в 100% случаев к образованию каллусной ткани серого цвета у основания черенков.

Ключевые слова: *Alternanthera reineckii*, *in vitro*, морфометрические показатели, каллус

Alternanthera reineckii Briq. – травянистое растение тропического и субтропического пояса, представитель семейства *Amaranthaceae* Juss. Яркая окраска листьев от красно-бордового до темно-зеленого цвета выделяет данный вид как популярный объект для создания подводных пейзажей в аквариумистике [1,2]. Красная пигментация у *A. reineckii* связана с накоплением в тканях пигментов из класса беталаинов, что характерно для таких представителей семейства *Amaranthaceae* Juss. как свекла, киноа и амарант. Кроме того, представители рода альтернантера накапливает ценные метаболиты вторичного синтеза фенольной и тритерпеновой природы с высокой иммуномодулирующей и противоопухолевой активностью [1,3].

Культура *in vitro* представляет возможность управлять процессами роста и развития растений-продуцентов ценных метаболитов. Нами было изучено влияние минерального и гормонального состава питательной среды на рост асептических растений *A. reineckii* (рисунки 1).

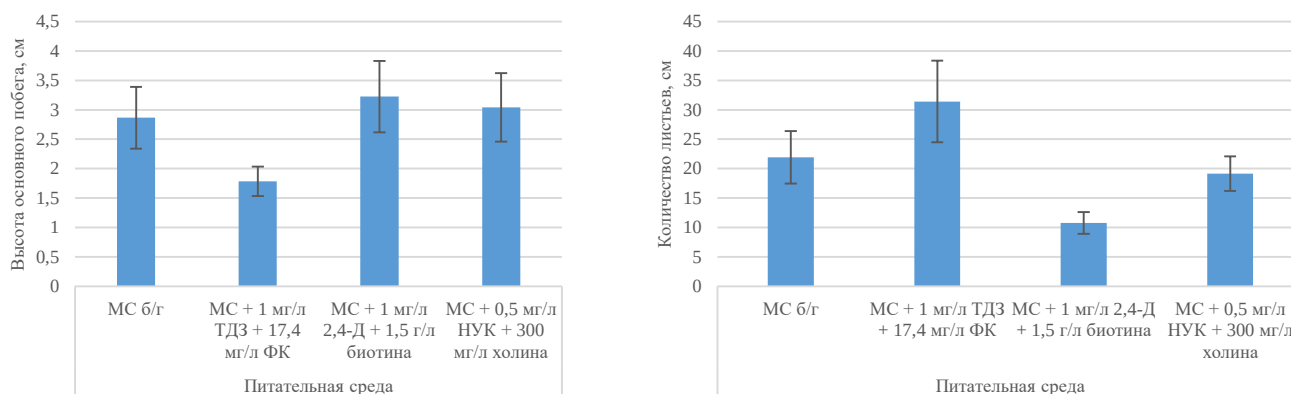


Рис. 1 Морфометрические параметры роста асептических растений *A. reineckii* на питательных средах различного минерального и гормонального состава

Данные, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о существенном влиянии состава изучаемых питательных сред на морфометрические показатели роста асептических растений *A. reineckii*. Наиболее низкие и максимально облиственные растения формировались на среде МС с добавлением 1 мг/л ТДЗ и 17,4 мг/л фолиевой кислоты, в то время как наименее облиственные растения отмечались на среде МС, дополненной 1 мг/л 2,4-Д и 1,5 г/л биотина.

Культивирование асептических растений *A. reineckii* на изучаемых питательных средах вызвало не только изменение морфометрических показателей роста, но и способствовало индукции каллусной ткани.

Эффективность образования каллусной ткани у асептических растений *A. reineckii* представлена в таблице 1.

Таблица 1

Эффективность индукции каллусной ткани у асептических растений *A. reineckii* на питательных средах различного минерального и гормонального состава

№ Показатели	Состав питательной среды			
	МС 6/г	МС + 1 мг/л ТДЗ + 17,4 мг/л ФК	МС + 1 мг/л 2,4-Д + 1,5 г/л биотина	МС + 0,5 мг/л НУК + 300 мг/л холина
Эффективность индукции каллусной ткани, %	0,0	0,0	100,0	0,0
Локализация каллусной ткани	-	-	основание побега	-
Цвет каллусной ткани	-	-	серый	-

Согласно данным, представленным в таблице 1, формирование каллусной ткани наблюдалось у основания черенков только при добавлении в питательную среду МС 1 мг/л 2,4-Д и 1,5 г/л биотина. Серый цвет каллусной ткани объясняется отсутствием синтеза как фотосинтетических пигментов, так и беталаинов.

Библиографический список

1. Kammara, M.K. Art and science of aquascaping / M.K. Kammara, V.K. Nangunuri, Thaneshwari, K. Chandresh // The Pharma Innovation Journal. - 2021. - Vol. SP-10(6). - P. 240-245.
2. Хлебникова, Д. А. Влияние минерального состава питательной среды на морфометрические показатели асептических растений *Alternanthera reineckii* Briq / Д. А. Хлебникова, М. Ю. Чередниченко // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 345-348.
3. Singla, R.K. The Genus *Alternanthera*: Phytochemical and Ethnopharmacological Perspectives / Singla, Rajeev K & Dhir, Vivek & Madaan, Reecha & Kumar, Deepak & Bola, Simranjit & Bansal, Monika & Kumar, Suresh & Dubey, Ankit & Singla, Shailja & Shen, Bairong // *Frontiers in Pharmacology*. – 2022. – 13:769111.

УДК 631

СЕЗОННЫЕ РАЗЛИЧИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ЛИСТЬЕВ У ТРЕХ ГЕНОТИПОВ ЧАЯ (*CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE) РАЗЛИЧНОЙ ПЛОИДНОСТИ

Шхалахова Русет Мадиновна, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований, ФГБУН «ФИЦ «СНЦ РАН», shhalahova1995@mail.ru

Малюкова Людмила Степановна, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения, ФГБУН «ФИЦ «СНЦ РАН», MalukovaLS@mail.ru

Аннотация: исследовали сезонную динамику биохимических профилей трех генотипов чайного растения различной ploидности (диплоидный сорт Колхида и две мутантные формы триплоид № 582 и тетраплоид № 619). Определяли содержание важнейших биохимических компонентов чайного листа, таких как L-теанин, кофеин, сумма простых катехинов и сумма катехин-галлатов. Согласно динамике биохимических показателей наименьшему влиянию сезонных колебаний подвержена форма № 619, а наибольшему сорт Колхида

Ключевые слова: *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, сезонная динамика, биохимический профиль, влияние сезона, генотипические различия

Качество чая зависит от содержания в нем биологически активных соединений, которые обуславливают его восхитительный вкус и приятный аромат [1]. Известно, что разные сорта чая и сезоны также влияют на урожайность и качество чайного сырья [2]. Ранее уже были предприняты попытки изучить взаимосвязь между качественными характеристиками чая и сезонами сбора урожая [3, 4]. Однако, эти исследования были проведены на диплоидных генотипах чая. Сезонные влияния на три- и тетраплоидные генотипы чая и на свежие чайные листья не исследовались достаточно. В то же время, метаболические пути и качество чая у генотипов с различной ploидностью могут отличаться [5], поэтому, исследование три- и тетраплоидных генотипов чая представляют большой интерес для понимания генетической основы качества чайного сырья. Целью данного исследования было проанализировать сезонную динамику отечественных генотипов чая, различающихся по ploидности по основным биохимическим показателям чайного листа.

Материал и методы. Исследования проводили на полновозрастных растениях чая из полевой коллекции ФИЦ СНЦ РАН (г. Сочи, Лазаревский район, пос. Уч-Дере). В исследование были включены три генотипа: сорт Колхида (диплоид) – контроль, элитный местный сорт чая, выведенный методом клоновой селекции, формы №582 (триплоид) и

№619 (тетраплоид) –выведены в 1970-х гг. путем γ -облучения семян сорта Колхида. Растения трех исследуемых генотипов изучались в трехкратной биологической повторности (по три отдельных растения на каждый генотип). Для биохимического анализа отбирали трехлистные флешки чайного растения (молодой побег, состоящий из 3-х листьев и верхушечной почки). Биохимические измерения проводились в 4-х временных точках, в период с мая по август 2024 г., в соответствии с ростом и основными сезонами сбора чайного листа. Среднемесячная температура в мае составляла 19 ± 2 °С, средняя влажность воздуха 74 ± 10 %, осадки 138,4 мм; в июне – 26 ± 2 °С, 77 ± 7 %, 1,8 мм; в июле – 29 ± 2 °С, 76 ± 5 %, 98 мм; в августе – 29 ± 2 °С, 72 ± 10 %, 121 мм (осадки в течение каждого месяца были распределены неравномерно). Отобранные растительные пробы обрабатывали паром при 100 °С в течение 5 мин, затем высушивали. Содержание метаболитов (кофеина, L-теанина и катехинов) определяли в мг/г сухой массы листа методом ВЭЖХ с экстракцией метанолом согласно ранее опубликованному протоколу [5]. Статистический анализ данных проводился с использованием программного обеспечения XLSTAT (бесплатная пробная версия) (<https://www.xlstat.com/>). Для определения значимых различий использовали однофакторный дисперсионный анализ (множественные сравнения по тестам Фишера и Тьюки).

Результаты. В листьях сорта Колхида и формы №582 наблюдались значимые снижения содержания L-теанина с мая по июль, а также резкое повышение данного показателя в августе. У тетраплоида № 619 динамика содержания L-теанина была более плавной, без значимых колебаний по сравнению с сортом Колхида и формой № 582. По мнению ряда авторов, колебания теанина в сезонной динамике могут быть связаны с периодами интенсивного роста чайных побегов, а также с влиянием стрессов (интенсивный солнечный свет, засушливый сезон, дефицит воды), когда теанин гидролизует для синтеза таких соединений, как катехины и полифенолы [2]. Накопление простых катехинов с мая по июль отмечалось в листьях всех исследуемых генотипов, однако наибольшее содержание данных компонентов было у №619, а наименьшее у №582. Резкое снижение простых катехинов наблюдалось в августе, в листьях формы №619 и сорта Колхида. Катехины важны не только для качества чая, отвечая за терпкость, крепость и аромат чайного напитка, но и связаны с ростом, метаболизмом и стрессовыми ответами у чайного растения.

Количество катехинов, присутствующих в побегах чая, дает представление о потенциале сорта для производства чая. Уровень галлированных катехинов в листьях превышал содержание простых на порядок и был соизмерим для изученных генотипов. У всех генотипов наблюдалось снижение уровня галлированных катехинов в июле, что связано с ингибированием галлирования под воздействием стрессовых метеоусловий. При схожей динамике, уровень галлированных форм катехинов также оставался более высоким у тетраплоидного генотипа №619 во всех точках отбора, за исключением мая. В других исследованиях также сообщалось о более высоком содержании катехинов у сортов чая с более крупными листьями [6]. Содержание кофеина постепенно увеличивалось с мая по август у всех трех генотипов. Однако, значимое снижение кофеина в июле наблюдалось в листьях тетраплоидной формы №619. Таким образом, данное исследование позволило установить сезонные различия биохимического профиля генотипов чая разной ploidy. Наименьшему влиянию сезона была подвержена мутантная форма № 619. Динамика биохимических показателей у сорта Колхида и формы № 582 (резкое снижение L-теанина и повышение простых катехинов в июле) указывали на более заметное влияние сезона, а также более высокую восприимчивость к стрессовым факторам.

Информация о финансировании работы: исследование выполнено за счет средств гранта РНФ (проект № 22-16-00058).

Библиографический список

1. Mahadevan, N. How tea plant defends against blister blight disease: facts revealed and unexplored horizons / N. Mahadevan, G. D. Sinniah, P. Gunasekaram, D. G. N. P. Karunajeewa // Plant Disease. – 2024. – № 108(8). – С. 2253-2263 (doi: 10.1094/PDIS-10-23-2033-FE).
2. L-Theanine metabolism in tea plants: biological functions and stress tolerance mechanisms / Q. Wang, J.Yu, W. Lin [et al] // Plants. – 2025. – № 14(3). – С. 492 (doi: 10.3390/plants14030492).
3. Nontargeted analysis using ultraperformance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry uncovers the effects of harvest season on the metabolites and taste quality of tea (*Camellia sinensis* L.) / W. Dai, D. Qi, T., Yang [et al] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – № 63(44). – С. 9869-9878 (doi: 10.1021/acs.jafc.5b03967).
4. Metabolomic analyses reveal distinct change of metabolites and quality of green tea during the short duration of a single spring season / J. Liu, Q. Zhang, M. Liu [et al] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2016. – № 64(16). – С. 3302-3309 (doi: 10.1021/acs.jafc.6b00404).
5. Analysis of functional single-nucleotide polymorphisms (SNPs) and leaf quality in tea collection under nitrogen-deficient conditions / L. Samarina, J. Fedorina, D. Kuzmina [et al] // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – № 24(19). – С. 14538 (doi: 10.3390/ijms241914538).
6. Accumulation pattern of catechins and flavonol glycosides in different varieties and cultivars of tea plant in China / Z.T. Fang, W.T. Yang, C.Y. Li [et al] // Journal of Food Composition and Analysis. – 2021. – № 97. – С. 103772 (doi: 10.1016/j.jfca.2020.103772).

УДК 633.11: 631.527.4 (470.311)

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ РОССИИ

Юсупова Зарина Магомедовна, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, z.yusupova@rgau-msha.ru

Вертикова Елена Александровна, д.с-х.н., профессор, заведующая кафедрой генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, vertikova@rgau-msha.ru

Баженова Светлана Сергеевна, к.с-х.н., доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, sbazhenova@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследована степень устойчивости к твердой головне (*Tilletia caries*) у 14 сортов яровой мягкой пшеницы селекции Самарского ФИЦ РАН и ФИЦ Казанского НЦ РАН в условиях Нечерноземной России, на базе Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Выявлены сорта – источники устойчивости к данному заболеванию для дальнейшего использования в селекции.

Ключевые слова: яровая пшеница, твердая головня, *Tilletia caries*, устойчивость, продуктивность, качество, селекция, сорт.

Российская Федерация является одним из крупнейших экспортеров зерна пшеницы. По состоянию на 2023-2024гг., она входит в тройку лидеров ведущих стран по производству пшеницы, например, за 2024 год по данным Росстат, валовой сбор зерна данной культуры составил около 82,6 млн. тонн, из которых 37,8 млн.тонн поставляется на мировой рынок, а остальные 44,8 млн.тонн идет на внутреннее потребление.

Исходя из вышеизложенного, при селекции яровой мягкой пшеницы, как одной из ведущих зерновых культур мира, можно отметить, что ключевыми показателями являются продуктивность растений, качество зерна, устойчивость к заболеваниям и полеганию [3,4].

Мягкая пшеница, в отличие от твердой, менее устойчива к заболеваниям, такое различие обусловлено различием по доле устойчивых генотипов к заболеваниям, а также степенью распространения болезней. Среди наиболее распространённых заболеваний зерновых культур таких, как мучнистая роса, корневые гнили, стеблевая ржавчина, наиболее опасным для яровой мягкой пшеницы, является твердая головня (*Tilletia caries*) [6]. Болезнь передается через зараженные семена, либо через сохранившиеся споры в почве. Потери урожая при вспышке болезни могут составлять от 10%, а при возделывании высоковосприимчивых сортов и все 40 – 50%. Незначительное наличие целых или разрушенных сорусов твердой головни в партиях продовольственного зерна, ухудшают его товарные качества, а при сильном поражении такое зерно непригоден и на фуражные цели [5,7].

Целью наших исследований, было определение степени устойчивости к твердой головне (*Tilletia caries*) 14 сортообразцов яровой мягкой пшеницы селекции Самарского ФИЦ РАН и ФИЦ Казанского НЦ РАН в условиях Нечерноземной России, и, выявить сорта – источники устойчивых к данному заболеванию для дальнейшей селекции.

Изучение учета болезней сортообразцов коллекции яровой мягкой пшеницы, было проведено согласно методическим рекомендациям «Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур» [2]. Устойчивость сортообразцов пшеницы к твердой головне (*Tilletia caries*), определяли на фоне естественного заражения в полевых условиях на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, далее на базе кафедры генетики, селекции и семеноводства, согласно ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями» [1], проводили лабораторный анализ семян на выявление возбудителя головневой болезни методом обмывки и центрифугирования семян, идентификация спор твердой головни (*Tilletia caries*) проводился под микроскопом по их морфологии, что представлен на рисунке (1).



Рис.1. Споры твердой головни (*Tilletia caries*) под микроскопом на семенах яровой мягкой пшеницы

Посев проводили 29.04.2024г. в трехкратной повторности с площадью делянки 1м². В фазу молочной и восковой спелости зерна проводился анализ устойчивости к твердой головне. Согласно рекомендациям Кривченко, В.И. [5,6] была сгруппирована шкала устойчивости к твердой головне: 1-высокоустойчивые (0%); слабовосприимчивые (до 15%);

3-средневосприимчивые (до 30%); 4 - сильновосприимчивые (от 31-59%); 5 -очень восприимчивые (свыше 60%). Данные по устойчивости сортов яровой мягкой пшеницы к твердой головне, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Степень поражения твердой головней (*Tilletia caries*) сортов яровой мягкой пшеницы в 2024г. на естественном фоне заражения, %

Название сорта	Селекционное учреждение	% заражения на естественном фоне
Экада 214	Самарский ФИЦ РАН	47
Ульяновская 105	Самарский ФИЦ РАН	0
Экада 113	Самарский ФИЦ РАН	0
Экада 258	Самарский ФИЦ РАН	29
Аль Варис	ФИЦ КазНЦ РАН	0
Экада 66	Самарский ФИЦ РАН, ФИЦ КазНЦ РАН	0
Йолдыз	ФИЦ КазНЦ РАН	50
Балкыш	ФИЦ КазНЦ РАН	14
Надира	ФИЦ КазНЦ РАН	15
Экада 109	ФИЦ КазНЦ РАН	15
Бурлак	Самарский ФИЦ РАН	0
Ситара	ФИЦ КазНЦ РАН	13
Казанская Юбилейная	ФИЦ КазНЦ РАН	58
Экада 253	Самарский ФИЦ РАН	42

В 2024 году сложились благоприятные погодные условия для распространения болезней, это теплая и холодная весна, а после теплое и дождливое лето. По анализу таблицы 1, можно сделать следующие выводы: высокоустойчивыми (0%) являются сорта – Ульяновская 105, Экада 113, Аль Варис, Экада 66, Бурлак; слабовосприимчивыми (до 15%) – Балкыш, Ситара; средневосприимчивыми (до 30%) – Экада 258, Надира, Экада 109, сильновосприимчивыми (от 31-59%) – Экада 214, Йолдыз, Казанская Юбилейная, Экада 253; очень восприимчивыми (свыше 60%) – не выявлено.

Таким образом, из изученных в 2024 году 14 сортов яровой мягкой пшеницы селекции Самарского ФИЦ РАН и ФИЦ Казанского НЦ РАН в условиях Нечерноземной России, сорта Ульяновская 105, Экада 113, Аль Варис, Экада 66, Бурлак предположительно несут в себе гены устойчивости к твердой головне Vt4,6,8,9,10Th. Планируется дальнейшее исследование данных сортов на генетических маркерах, после чего могут быть рекомендованы, как доноры – источники для дальнейшей селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к твердой головне (*Tilletia caries*) в условиях Нечерноземной России.

Библиографический список

- ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Утвержден и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 02.06.1994 № 160. Переиздан: июль 2011 г.
- Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур. Анкара: ФАО, 2016. — x + 28 р. — ISBN: 978-92-5-409180-4.
- Стандартизация и сертификация сельскохозяйственной продукции: практикум / Александрова Е.Г.; Коржавина Н.Ю., Макушин А.Н. — Кинель: РИО СамГАУ, 2019. — 111 с. — ISBN 978-5-88575-560-3. — URL: <https://rucont.ru/efd/684895>

4. Глуховцев, В.В Семеноводство полевых культур : учебное пособие / Глуховцев В.В.; Антимонова О.Н. — Самара : РИЦ СГСХА, 2016 .— 150 с. — ISBN 978-5-88575-448-4 .— URL: <https://rucont.ru/efd/548780>

5. Карпова, Л.В. Семеноводство полевых культур / В.В. Кошеляев; Л.В. Карпова .— Пенза : ПГАУ, 2017 .— 278 с. — URL: <https://rucont.ru/efd/638439>

6. Кошелева А.Б.. Методы фитосанитарного мониторинга и защиты семян сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней: монография / Нижарадзе Т.С.; Кошелева А.Б. — Кинель : РИО СамГАУ, 2020 .— 191 с. — ISBN 978-5-88575-623-5 .— URL: <https://rucont.ru/efd/739817>

7. Кружков, Н.К. Агроэкологические основы биологизации земледелия в Центральной лесостепи европейской части России : монография / В.Т. Лобков, В.В. Наполов; Н.К. Кружков.— Орёл : Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2018 .— 290 с. — Библиогр.: с. 272-289 .— ISBN 978-5-93382-328-5 .— URL: <https://rucont.ru/efd/672539>

СЕКЦИЯ «МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»

УДК 633.521:631.52

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В БЕССМЕННОМ ПОСЕВЕ

*Баадже Яна Валерьевна, инженер кафедры земледелия и методики опытного дела
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sunfloweryana@yandex.ru*

Аннотация: В статье проводилось исследование влияния климатических условий на урожайность льна-долгунца в 2024 году. Рассматриваются погодные условия за вегетационный период культуры и делается вывод о том, какие климатические факторы оказали наиболее существенное влияние на урожайность льна.

Ключевые слова: лен-долгунец, климатические условия, температура воздуха, количество осадков.

К одной из важнейших технических культур относится лен-долгунец. Производство натурального льноволокна – основное назначения возделывания данной культуры [1].

Исследования проводились на Длительном полевом опыте кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в 2024 году.

Площадь земельного участка, который занят Длительным полевым опытом, составляет 1,5 га. Участок расположен на южной окраине Клиньско-Дмитровской возвышенности, представленной моренной равниной, и имеет уклон в 1° [2]. Среднегодовое количество осадков составляет около 600 мм/год, из них 300 мм за май-август, а среднегодовая температура выше нуля составляет 4,1°C. Почва участка – дерново-средне- и слабоподзолистая.

Для анализа использованы данные по средней температуре воздуха и почвы, а также количеству осадков по декадам месяцев вегетационного периода льна-долгунца за 2024 год и среднегодовые данные за 1991-2020 гг. (табл. 1), предоставленные Метеорологической обсерваторией им. В.А. Михельсона.

Таблица 1

**Показатели температуры воздуха и почвы, количества осадков за декады месяцев
вегетационного периода льна-долгунца за 2024 год и среднегодовые показатели за
1991-2020 года**

Средняя температура воздуха и почвы, количество осадков по декадам месяцев за вегетационный период льна-долгунца на 2024 год				
Месяц	Декады	Температура, °С		Осадки, мм
		Воздух	Почва	
Май	I	7,1	10,2	22,4
	II	11,6	14,1	4,3
	III	19,3	24,2	9,3
Июнь	I	20,1	22,9	51,1
	II	20,1	22,0	107,1
	III	20,0	23,0	8,1
Июль	I	24,2	28,5	28,6
	II	23,4	26,7	28,9
	III	19,8	22,2	34,7
Август	I	18,5	20,8	23,7
	II	18,3	20,3	10,1
	III	20,6	22,0	0,6
Среднемноголетние данные температуры воздуха и почвы, количество осадков по декадам месяцам вегетационного периода льна-долгунца за 1991-2020 года.				
Месяц	Декады	Температура, °С		Осадки, мм
		Воздух	Почва	
Май	I	12,4	13,5	15
	II	13,4	15,0	18
	III	15,3	17,4	26
Июнь	I	16,2	18,6	23
	II	17,7	20,0	25
	III	18,4	20,8	30
Июль	I	19,1	21,6	24
	II	20,2	22,6	32
	III	20,2	22,5	27
Август	I	19,3	21,6	18
	II	18,0	19,4	30
	III	16,3	17,2	29

В 2024 году в первой декаде мая мы видим пониженную температуру воздуха и почвы по сравнению со среднемноголетними данными. Повышенные значения температуры с третьей декады мая, в июне и ходе июля-августа в сравнении с многолетними данными могут свидетельствовать о смене климатических условий. Изменения в температурных режимах подчеркивают важность регулярного мониторинга климатических данных для успешного ведения сельского хозяйства и адаптации к возможным климатическим изменениям.

Во второй и третьей декадах мая мы наблюдаем пониженное количество осадков. В первой и второй декадах июня 2024 года отмечается аномально большое количество осадков, что резко превышает среднемноголетние данные. Осадки в июле остаются выше средних значений в первой и третьей декадах, но уже не так резко, как в июне. Осадки в августе ниже

среднемноголетних данных, хотя в первой декаде показатели находятся на уровне средней нормы.

Распределение осадков неравномерное по месяцам и декадам, что может создать риски для возделывания культуры. Избыток влаги в июне и нехватка в других периодах может способствовать ухудшению качества волокна. Ниже мы посчитали биологическую урожайность культуры (Таблица 2).

Таблица 2

Расчет биологической урожайности

	Название варианта	Среднее значение массы снопа, г	Биологическая урожайность, т/га
По известковому фону	Контроль 11	2,63	0,11
	Навоз	1,27	0,05
	NPK	3,23	0,13
	Навоз + NPK	3,3	0,13
	PK	1,43	0,06
	NP	2,5	0,10
	Контроль 4	5,59	0,22
	K	11,91	0,48
	P	3,09	0,12
	N	5,88	0,24
На фоне без извести	Контроль 11	3,68	0,15
	Навоз	1,22	0,05
	NPK	1,08	0,04
	NPK+навоз	0,79	0,03
	NK	0,73	0,03
	NP	2,05	0,08
	Контроль 4	3,09	0,12
	K	3,76	0,15
	P	3,46	0,14
	N	3,76	0,15

Биологическая урожайность рассчитывалась с использованием значений массы снопов с 0,25 м² с пересчетом на га.

Из-за пониженной температуре в мае и недостатка осадков могло произойти замедление прорастания семян и появления всходов. Поздние и недружные всходы могут привести к неравномерному развитию растений в дальнейшем.

В июне в фазу быстрого роста культуры мы наблюдаем аномально повышенное количество осадков. Переувлажнение почвы может привести к кислородному голоданию корней и развитию грибковых заболеваний. Избыток влаги также может способствовать снижению содержания и качества волокна в стеблях.

Повышенная температура приводит к сокращению вегетационного периода, в результате чего стебли становятся более низкорослыми с повышенной толщиной и усиленным ветвлением. При повышенной температуре также не происходит завязывание семян в достаточном количестве и снижение их массы.

Библиографический список

1. Кузьменко Н. Н. Влияние агротехнологических элементов возделывания на продукционный процесс льна-долгунца / Н. Н. Кузьменко, Т. П. Сухопалова, В. И. Ильина // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 1(25). – С. 48-54. – EDN IICOGD.

2. Илюшкова Е. М. Развитие многолетних опытов на примере длительного полевого опыта имени А.Н. Дояренко РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Е. М. Илюшкова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 137-141. – EDN UEXDDM.

УДК 633.111.1, 551.58

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА ДОПУСКА

Байбаков Кирилл Дмитриевич, аспирант кафедры Метеорологии и Климатологии ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, baibakovkir@yandex.ru

Аннотация: В данной работе рассматривается вопрос влияния метеопараметров на содержание белка в озимой мягкой пшенице на территории Центрально-Черноземного региона допуска. На основе зависимости и долгосрочного прогноза погоды рассчитывается уравнение предстоящего выхода белка. В модели учитываются такие факторы, как температура, осадки, длительность вегетационного периода и другие. Результаты исследования могут помочь сельскохозяйственным организациям и фермерам в планировании и оптимизации процесса выращивания пшеницы, а также в принятии решений по управлению рисками, связанными с изменениями климата.

Ключевые слова: агроклиматология, содержание белка, мягкая пшеница, агрометеорологическая модель, Центрально-Черноземный регион допуска.

Содержание белка в зерне озимой мягкой пшенице является важным фактором. Высокое содержание белка влияет на качество и стоимость зерна. Чем выше содержание белка, тем более ценным является зерно для производителей и потребителей. Белок является важным источником аминокислот, которые необходимы для поддержания здоровья и роста всех живых организмов. Поэтому зерно с высоким содержанием белка обычно стоит дороже, так как оно имеет более высокую пищевую ценность и может использоваться в производстве более дорогих продуктов, таких как мука и крупы.

Эта работа актуальна в связи с ростом потребности в пище, а также в связи с изменениями климата, которые приводят к необходимости адаптации сельского хозяйства к новым условиям. Повышение содержания белка в зерне пшеницы также имеет экономическую актуальность в связи с потребностью в высококачественном зерне для производства продуктов питания и продуктов первой необходимости для населения.

Регион проведения исследования – Центрально-Черноземный регион допуска (рис. 1). Регион характеризуется высоким плодородием почв. Летом в среднем +20 °С, а зимой - 10 °С. Одним из главных факторов риска в данном регионе является засуха. Также важным фактором риска является перезимовка. Среднее количество осадков в год: 500 мм. В регионе преобладают черноземы и серые лесные почвы. Основные выращиваемые культуры: зерновые, подсолнечник, кукуруза, свекла, капуста.



Рис.1. Центрально-Черноземный регион допуска

Для данного исследования были выбраны многие сорта, которые показали хорошие результаты в ходе испытаний, проводимых Госсорткомиссией в данной почвенно-климатической зоне.

Метеорологические данные были взяты с портала *aisori-m* и осреднены по региону. Годы проведения исследования: 1992–2023.

Климатические условия являются одним из важнейших факторов, влияющих на урожайность и качество урожая. На процент белка отрицательно влияли условия в 2021 году с небольшим количеством осадков и с высокими температурами в июне и августе, но положительно влиял в 2023 году, когда количество осадков было достаточно высоким, а температуры были выше нормы во все месяцы периода формирования и налива зерна.

Метеорологические факторы, такие как среднесуточная, максимальная и минимальная температура, ΔT (разница между дневной максимальной и минимальной температурами, °C), рост активной температуры от цветения до созревания T_a , общее количество осадков от цветения до созревания, общее количество осадков от цветения до созревания (R , мм), среднесуточный солнечный свет и общее количество солнечных часов от цветения до созревания ($TSUN$, ч), а также количество дней от колошения до зрелости, как предполагалось, влияют на содержание белка в пшенице. По данным эксперимента были проверены линейные и квадратичные зависимости между метеорологическими факторами и содержанием белка. В результате были выделены пять основных факторов: среднесуточная температура (T_{mean} , °C), ΔT от цветения до спелости, T_a , R и $TSUN$. Хотя R показал отрицательную корреляцию, остальные четыре фактора показали значительную положительную корреляцию с белком в линейной или квадратичной форме.

Из открытых метеоданных *aisori-m* и данных, полученных ФГБУ «Госсорткомиссия» по содержанию белка в зерне мягкой озимой пшеницы составляем таблицу исходных данных (таблица 1), осредненных по исследуемому региону. Метеоданные рассчитаны за период вегетации.

Таблица 1

Исходные данные для Центрально-Черноземного региона допуска

Год	Белок	ГТК	Осадки	Эффективная Температура	Прод. Солнечного сияния	Балл облачности	Солнечная радиация
1992	13.09	1.12	291.43	2632.15	776.67	6.11	33.90

1993	13.15	1.67	400.10	2405.43	748.33	4.30	37.03
1996	13.66	0.98	269.67	2739.92	938.00	5.12	39.30
1997	14.24	1.51	385.87	2547.77	869.33	3.13	41.33
1998	13.91	1.01	278.07	2758.22	935.67	5.77	40.67
2000	14.11	1.45	387.27	2662.65	840.33	5.81	39.30
2001	12.82	1.12	318.10	2820.23	897.67	3.92	41.23
2002	11.97	1.26	340.30	2710.43	886.67	5.53	37.80
2003	15.29	1.40	356.33	2556.92	693.50	3.52	38.47
2004	13.29	1.77	462.33	2613.85	405.50	5.70	40.87
2005	13.02	0.99	278.93	2814.13	904.50	3.81	41.50
2006	13.56	1.12	305.40	2720.60	949.00	6.06	38.50
2007	12.54	1.34	380.23	2875.13	912.50	4.25	40.43
2008	13.56	0.91	249.00	2773.47	756.00	6.64	39.80
2009	14.03	0.87	238.20	2778.55	887.00	4.53	39.27
2010	15.26	0.56	187.60	3318.40	1051.00	6.35	39.17
2011	14.32	1.15	324.03	2862.93	921.50	3.95	42.63
2012	15.74	1.18	356.77	3068.30	882.00	5.39	41.67
2013	13.32	1.14	324.03	2887.33	948.00	3.11	41.83
2014	12.10	0.83	235.07	2840.57	959.50	5.47	37.53
2015	13.79	0.84	244.97	2880.22	925.00	3.26	41.27
2016	13.70	1.33	386.93	2910.72	849.00	6.23	42.57
2017	12.78	1.14	298.33	2672.82	848.50	4.17	35.67
2018	13.40	0.81	239.60	2952.40	950.00	6.40	38.03
2019	12.33	0.70	193.60	2813.12	962.50	4.06	38.33
2021	14.23	1.07	315.90	2972.73	891.00	4.22	44.73
2022	12.32	1.24	336.83	2741.95	1005.00	6.54	34.33
2023	11.87	0.88	242.95	2815.15	839.50	3.68	35.20

Регрессионный анализ один из наиболее часто используемый инструмент в статистике. Регрессия используется для оценки взаимосвязей между двумя или более атрибутами объекта. Выявление и измерение взаимосвязей позволяет вам лучше понять, что происходит в определенном месте, предсказать, где что-то может произойти, или изучить причины того, почему что-то происходит там, где оно происходит [1].

Метод наименьших квадратов (OLS) — наиболее известный из методов регрессии. Это также отправная точка для всех видов анализа пространственной регрессии. Метод предоставляет глобальную модель переменной или процесса, который вы пытаетесь понять или предсказать; с помощью OLS составляется уравнение регрессии для представления этого процесса.

Расчеты будем проводить в Python и в качестве библиотеки будем использовать scikit-learn. Scikit-learn — это популярная и широко используемая библиотека для машинного обучения и анализа данных. Эта библиотека предназначена для разработки и применения статистических и машинных алгоритмов для решения различных задач, таких как классификация, регрессия, кросс-валидация и обнаружение аномалий.

Получаем формулу регрессионного уравнения 1:

$$y = -13.1 + 0.006T_p - 0.053Rv + 0.232Ev - 0.169Obv + 14.717HTCv \quad (1)$$

Далее восстановим ряд и спрогнозируем по формуле данные по белку за 5 последних лет (таблица 2).

Таблица 2

Данные по прогнозу белка с 2019 по 2023 год по 5 региону допуска

Год	2019	2020	2021	2022	2023
Белок прогноз	13.11	13.59	14.45	12.45	12.38

Результаты регрессии OLS (Ordinary Least Squares) показывают, что модель объясняет 39,7% вариации-dependent переменной y , что более высокое значение, чем в предыдущих случаях. Коэффициент детерминации $\text{adjust } R\text{-squared}$ указывает на то, что большое кол-во переменных в долгосрочной перспективе будут снижать результаты прогноза.

С помощью статистики F-оценки можно определить, является ли модель статистически значимой. В нашем случае F-статистика равна 2,306, что статистически значимо на уровне 0,05. В $\text{probability F-статистики}$ под гипотезой нуля равно 0,0723, что ниже уровня статистической значимости.

В среднем, модели регрессии позволяют прогнозировать содержание белка со средней ошибкой в 0,7 грамм, что является неплохим результатом, для таких опосредованных показателей как метеоданные.

Показатели содержания белка в среднем составляют от 13 до 15 %. Можно отметить тенденцию к росту содержания белка во времени. Такой рост, скорее всего, обусловлен селекционными достижениями [2]. Однако было бы интересно демаркировать фактор селекции и посмотреть на влияние изменения климата на содержание белка в зерновых.

Библиографический список

1. Курзаева Л. В. Регрессионный анализ в электронных таблицах //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №. 12-7. – С. 1234-1238.
2. Митрофанова О. П., Хакимова А. Г. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20. – №. 4. – С. 545-554.

УДК 551.583

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО РЕЖИМА г. МОСКВЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Бровкин Алексей Геннадьевич аспирант кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева cool1602@yandex.ru.

Аннотация: в данной статье приводятся результаты анализа изменчивости ветрового режима в Московском регионе по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона и метеостанции ВДНХ.

Ключевые слова: ветер, изменение климата, городская климатология.

Современные исследования показывают рост уязвимости населения городов к опасным природным явлениям [1]. В целом, это обусловлено неблагоприятными экологическими условиями и увеличением плотности застройки. Одним из ключевых факторов городского климата является ветровой режим. При определении климатических норм для задач проектирования в городах важно учитывать ветровой режим, особенно его экстремальные характеристики, поскольку это имеет большое значение при проектировании

высотных сооружений и расчётов ветровой нагрузки. Особую актуальность данному вопросу придаёт увеличение в последнее время количества опасных метеорологических явлений [2]. Говоря о важности поддержания качественных условий производства метеорологических наблюдений в городских условиях, отметим исследование авторов [3], в котором подчёркивается зависимость наблюдаемых показателей от высоты установки ветроизмерительного оборудования и условий в окрестностях метеостанции.

В рамках настоящего исследования была проведена оценка повторяемости средних скоростей ветра по месяцам с 1966 по 2020 гг., а также скоростей максимальных порывов ветра в Москве по данным наблюдений Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и метеостанции II разряда ВДНХ, которая для Москвы является опорной.

Результаты оценки динамики средних скоростей ветра по месяцам за период с 1966 по 2020 гг. приведены в таблице 1. Согласно приведенным уравнениям линий тренда наблюдается явное снижение данного показателя без исключения в каждом месяце - как для Метеостанции ВДНХ, где анеморумбометр расположен на высоте 10 м над уровнем земли, так и для Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, где аналогичный прибор расположен на высоте 26 м над уровнем земли. При этом, на метеостанции ВДНХ скорость снижения средних скоростей ветра происходит более интенсивно, что, в целом, коррелирует с результатами работы [3].

Таблица 1

Динамика средних скоростей ветра по месяцам по данным наблюдений МО имени В.А. Михельсона М-II ВДНХ за период 1966-2020 гг.

Месяц	Уравнения линий тренда	
	МО имени В.А. Михельсона	М-II ВДНХ
Январь	$y = -0,0178x + 3,2806$	$y = -0,0253x + 2,4467$
Февраль	$y = -0,0172x + 3,2527$	$y = -0,0251x + 2,4521$
Март	$y = -0,0135x + 3,1017$	$y = -0,0242x + 2,4572$
Апрель	$y = -0,0215x + 3,2546$	$y = -0,0294x + 2,5825$
Май	$y = -0,0174x + 2,861$	$y = -0,0243x + 2,1976$
Июнь	$y = -0,014x + 2,6649$	$y = -0,0216x + 1,9702$
Июль	$y = -0,0127x + 2,3975$	$y = -0,0224x + 1,8875$
Август	$y = -0,0112x + 2,3443$	$y = -0,0195x + 1,7278$
Сентябрь	$y = -0,0178x + 2,6757$	$y = -0,0242x + 1,9543$
Октябрь	$y = -0,0252x + 3,3847$	$y = -0,0312x + 2,4965$
Ноябрь	$y = -0,0204x + 3,32$	$y = -0,025x + 2,4499$
Декабрь	$y = -0,0215x + 3,4994$	$y = -0,0294x + 2,624$

В то же время, как видно из рис.1, максимальные скорости ветра по данным наблюдений метеостанции ВДНХ, имеют тенденцию к росту, что подтверждает выводы об увеличении количества опасных явлений погоды. При этом, что следует из таблицы 2, максимальные скорости ветра на ВДНХ на порядок ниже, чем аналогичные параметры, определённые Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона.

Таблица 2

Сопоставление максимальных скоростей ветра по данным наблюдений МО имени В.А. Михельсона М-II ВДНХ за период 2014-2024 гг.

Пункт наблюдений	Годы											
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	

	Максимальный порыв, м/с										
М-II ВДНХ	6	7	1	8	7	7	9	5	5	5	9
МО имени В.А. Михельсона	7	0	3	4	2	0	2	2	2	1	3

Учитывая, что многолетние данные по Московскому региону для задач проектирования приводятся именно с М-II ВДНХ, как с основного пункта наблюдений, можно предположить, что для задач проектирования оценка экстремальных характеристик ветра может быть недостаточной.

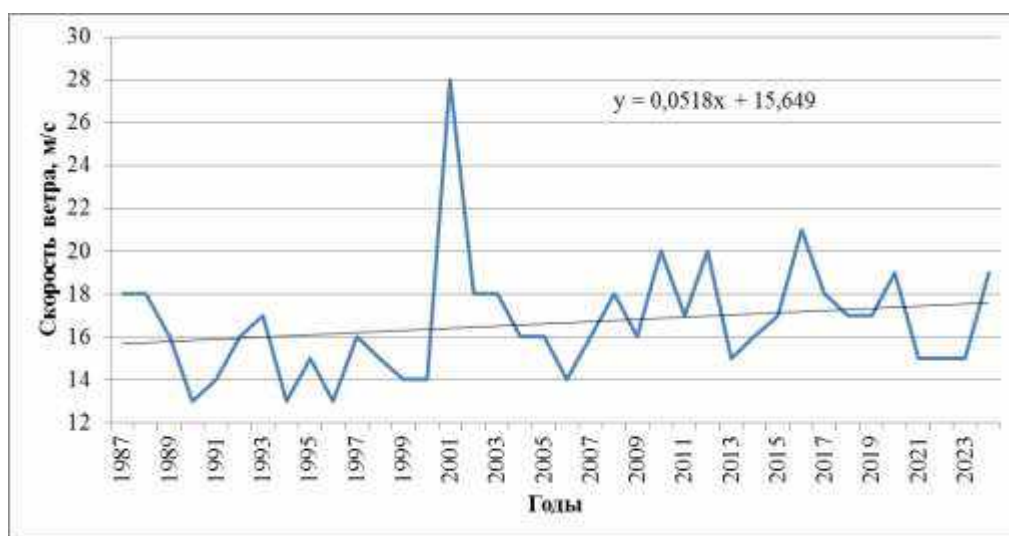


Рис.1 Динамика максимальных скоростей ветра по данным метеостанции ВДНХ

Выводы. Результаты анализа рядов метеорологических данных показывают снижение средних скоростей ветра, при чем темпы изменений тем выше, чем больше закрытость горизонта на метеорологической площадке и чем ниже ветроизмерительное оборудование установлено над уровнем земли. В условиях изменений климата и роста количества опасных явлений погоды, которое выражается в том числе увеличением максимальных скоростей ветра, целесообразно использование комплексного подхода к оценке ветровых условий, использования результатов измерений характеристик ветра на разных высотах и, вероятно, корректировка климатических норм по ветру для исключения влияния факторов, снижающих качество метеонаблюдений.

Библиографический список

1. Земцов С.П., Шартова Н.В., Константинов П.И., Варенцов М.И., Кидяева В.М. Уязвимость населения районов Москвы к опасным природным явлениям. Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2020;(4):3-13.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В.М. Катцова; Росгидромет. – Санкт-Петербург: Научное издание, 2022. – 676 с.
3. Васильева П.С., Кузнецов И.А., Осин Д.Ю., Спирин Ю.А. Проблема оценки динамики ветрового режима Москвы в условиях изменения климата и уплотнения застройки // Агрометеорология XXI века. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию кафедры метеорологии и

УДК 630.431.5

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

С. С. Давыдов, аспирант кафедры Метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, granitebrixton@gmail.com

Аннотация: в статье проводится анализ изменений климата на территории Северного Кавказа с помощью пространственно-корреляционной функции.

Ключевые слова: осадки, температура воздуха, пространственно-корреляционная функция (ПКФ)

Черноморское побережье Кавказа (ЧПК) отличается большой пространственно-временной неоднородностью метеорологических величин. Сочетание особенностей крупномасштабной циркуляции с местными орографическими особенностями региона приводит к формированию мезомасштабных процессов, благоприятствующих возникновению целого ряда опасных явлений погоды [4].

Северо-восточная часть побережья Черного моря характеризуется высокой повторяемостью экстремальных метеорологических событий. Например, в 2017 году на территории России было зафиксировано 166 опасных гидрометеорологических явлений, связанных с выпадением осадков (ливни, снегопады, град), нанесших социальные и экономические потери, при этом 18 из них произошло в Краснодарском крае в теплое время года, что составляет более 10% всех случаев по стране [2]. Экстремальные осадки также являются главной причиной возникновения других опасных явлений (паводки, половодья, наводнения, сели и оползни), наносящих огромный ущерб объектам экономики [3].

На основе стационарных наблюдений исследованы особенности изменений климата северо-восточного побережья Черного моря за последние десятилетия (1993-2022).

При исследовании особенностей режима температуры и осадков за основу были взяты суточные данные по температуре воздуха на 2 м и суточным суммам осадков на сетевых метеорологических станциях из архива ВНИИГМИ-МЦД (таблица 1). На основе этих данных был проведен анализ наблюдаемых изменений климата и проведена попытка физической интерпретации полученных результатов.

Анализ изменений климата начинается со статистических оценок приземной температуры воздуха и осадков. Наиболее точная информация об этих переменных получается из данных метеорологических наблюдений на станциях. Для построения пространственно-корреляционной функции (ПКФ) каждая отдельная станция принимается за начало координат, затем рассчитываются коэффициенты корреляции значений определенной метеорологической характеристики, измеренной на этой станции с аналогичным параметром на станциях, окружающих выбранное начало координат. В таком случае можно получить зависимость величины корреляции от расстояния (l) вдоль некоторого направления, которая и является ПКФ:

$$r(l) = \frac{\sum_{i=1}^n X(n, l)X(n, 0)}{n\sigma_l\sigma_0}$$

где n – временной срез, σl , $\sigma 0$ – стандартные отклонения на двух станциях, $X(n, l)$, $X(n, 0)$ – значения метеорологической характеристики на станциях

Если полученное поле изокоррелят представляет собой окружности с постепенным убыванием значений, то можно говорить, что поле изотропно. Если при изменении начальной станции поле изокоррелят не меняется, то данное поле также можно считать однородным. Но о свойствах изотропности и однородности полей метеорологических величин можно говорить только в пределах некоторой небольшой территории [1].

Таблица 1

Шкала степени пожарной опасности по расчетам В.Г. Нестерова

<i>Индекс ВМО</i>	<i>Название станции</i>	<i>Долгота, °</i>	<i>Широта, °</i>	<i>Высота, м</i>
34720	Таганрог	38.9	47.2	30
34730	Ростов-на-Дону	39.82	47.27	74
34824	Приморско-Ахтарск	38.15	46.03	3
34927	Краснодар, Круглик	39	45.05	28
34949	Ставрополь	42.08	45.12	451
37001	Анапа, МГ	37.3	44.9	30
37018	Туапсе	39.07	44.1	60
37031	Армавир	41.12	45	158
37054	Минеральные воды	43.07	44.23	315
37061	Буденновск	44.1	44.8	134
37099	Сочи	39.77	43.58	57
37107	Красная поляна	40.2	43.6	566
37112	Зеленчукская	41.57	43.87	928
37123	Кисловодск	42.72	43.9	943
37126	Шаджатмаз	42.67	43.73	2070
37196	Клухорский перевал	41.83	43.25	2037
37228	Владикавказ	44.7	43	702
37235	Грозный	45.7	43.35	162
37244	Гудермес	46.12	43.35	74
37461	Сулак	46.25	42.4	2927
37470	Дербент	48.3	42.1	-19
37471	Буйнакск	47.12	42.82	472
37472	Махачкала	47.48	43.01	-20

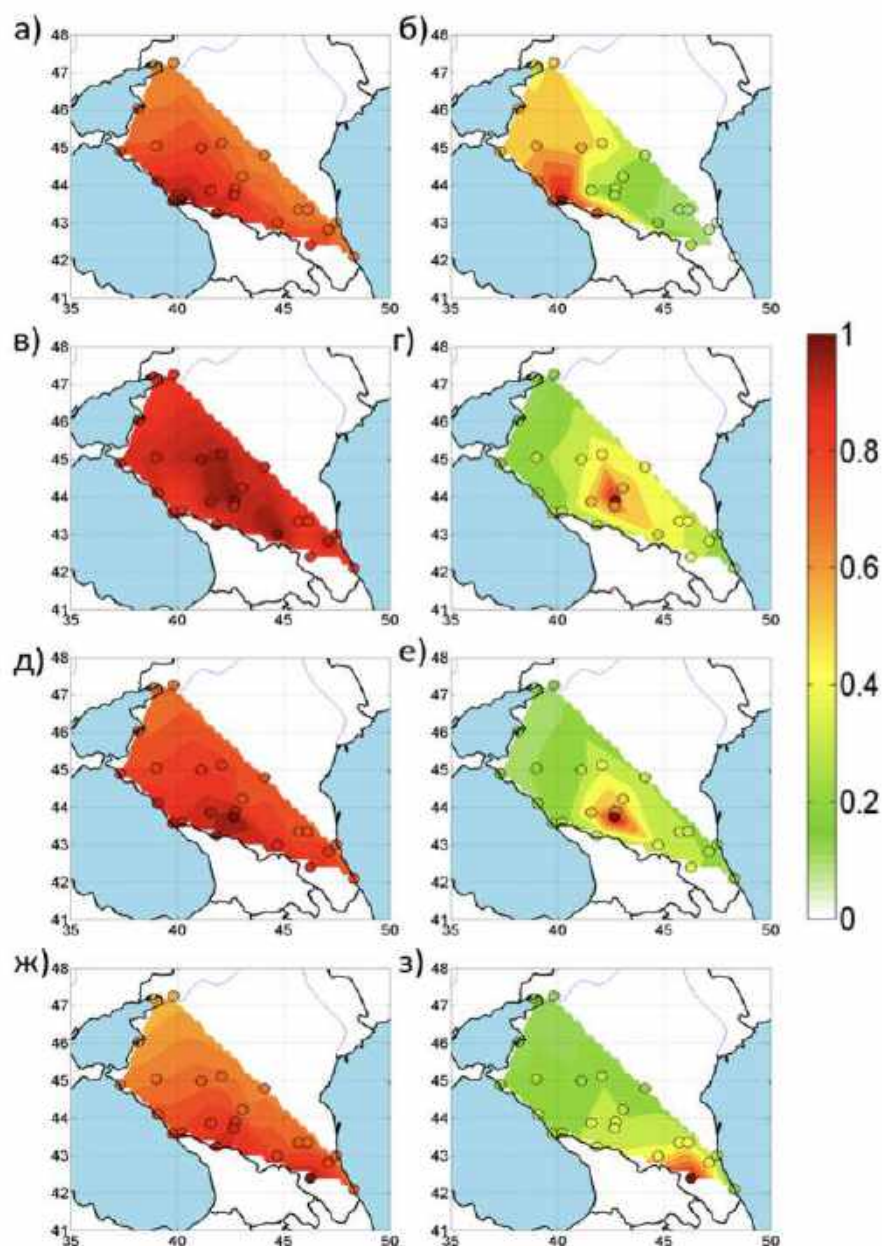


Рис. 1. Значения ПКФ для среднемесячной температуры воздуха (а, в, д, ж) и сумм осадков за месяц (б, г, е, з) относительно метеорологических станций

На структуру ПКФ температуры и осадков оказывает влияние расположение станций относительно гор Кавказа. Например, для станции Сочи наибольшие значения корреляций соответствуют области побережья Черного моря, а для станции Кисловодск – северным предгорьям Кавказа.

Особенности пространственно-корреляционной функции, построенной на основе данных метеорологических станций на территории Северного Кавказа (Рис. 1, 2). Для температуры воздуха отмечается достаточно однородное строение поля ПКФ по данным метеорологических станций. Наименьшее значение коэффициента корреляции (0.51) получено между станциями Сулак и Таганрог, расстояние между этими станциями составляет 750 км, а перепад высот почти 2900 м. Поле осадков по аналогичным оценкам не

имеет такой согласованной структуры в регионе, как поле температур, радиус значимых корреляций составляет не более 40 км.

Также важным показателем при корреляционном анализе является радиус корреляции, т.е. максимальное расстояние, на котором статистическая связь между метеорологическими переменными перестает прослеживаться. Для среднемесячных температур воздуха на равнинных территориях установлено, что радиус корреляции составляет 1500-3000 км, при этом в летние месяцы корреляция уменьшается с увеличением расстояния быстрее, чем в зимние [2]. Из-за более высокой пространственной неоднородности среднемесячных сумм осадков, ПКФ уменьшается при удалении от станции значительно быстрее, радиусы корреляции для таких полей составляют всего 200-600 км на равнинах. В регионах со сложным рельефом значения перечисленных параметров находятся в сильной зависимости от орографических особенностей и обычно существенно ниже: даже для среднемесячных значений их величина, как правило, не превышает 50 км.

Библиографический список

1. Алешина М. А., Торопов П. А., Семенов В. А. Изменение температурно-влажностного режима Черноморского побережья Кавказа в период 1982-2014 гг. // Метеорология и гидрология. — 2018. — № 4.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. — Москва,
3. Золина О. Г., Булыгина О. Н. Современная климатическая изменчивость характеристик экстремальных осадков в России // Фундаментальная прикладная климатология. — 2016. — Т. 1.
4. Коваленко О. Ю., Бардин М. Ю., Воскресенская Е. Н. Изменения характеристик экстремальности температуры воздуха в причерноморском регионе и их изменчивость в связи с крупномасштабными климатическими процессами межгодового масштаба // Фундаментальная и прикладная климатология. — 2017. — Т. 2

УДК 551.50

РАСЧЁТ ВОЗМОЖНОСТИ СБОРА ДВУХ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНИВШЕГОСЯ КЛИМАТА ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ Г. КРАСНОДАРА

Ильин Павел Сергеевич, аспирант кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pavel.ilyin2000@gmail.com

Белолуцкий Александр Иванович, профессор кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, abelolyubcev@rgau-msha.ru

Аннотация: Проведены численные расчёты, показывающие возможность возделывания гороха и картофеля в пределах одного севооборота в течение одного года в условиях потепления климата в Краснодарском крае.

Ключевые слова: изменение климата, агроклиматические условия, актуальные температуры

Цель работы — проверка возможности, возделывания гороха и картофеля в одном севообороте в течение одного года в текущих климатических условиях.

Задачи:

1. Оценка степени изменения температуры воздуха и осадков за многолетний период на основе данных сетевой метеостанции.
2. Определить даты перехода превышения среднесуточной температуры воздуха

биологических минимумов гороха и картофеля и продолжительность периода с температурой выше биологических минимумов.

В рамках работы использовались данные открытого доступа о среднесуточных температурах и сумм осадков сетевой метеорологической станции г. Краснодар [1].

Для выявления тенденции изменения сумм активных температур, превышающих 10 °С был построен их хронологический график с наложением линии тренда [2]. График представлен на рисунке 1.

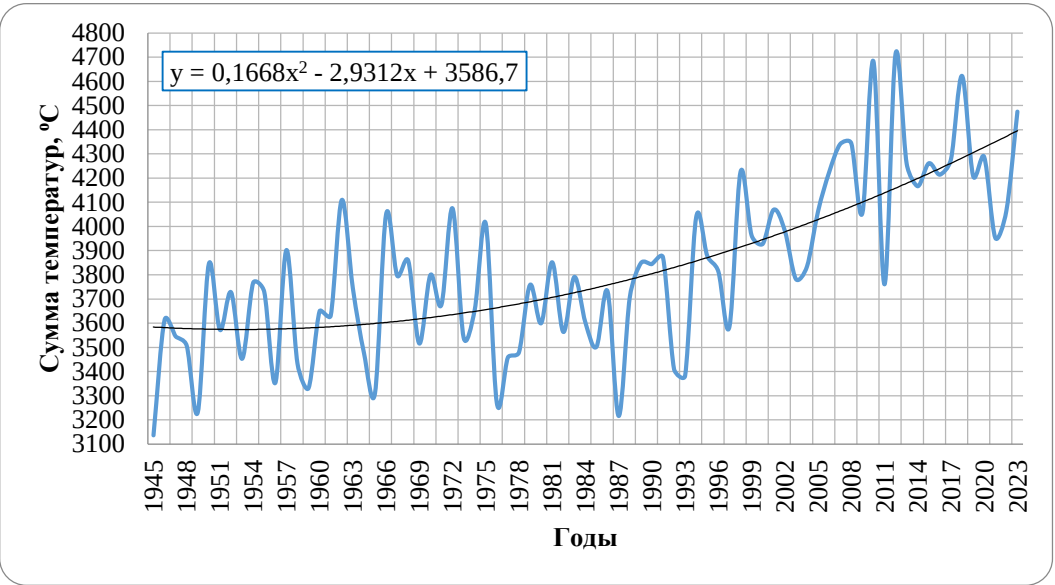


Рис. 1 Хронологический график изменения сумм активных температур по данным метеостанции города Краснодар

На графике видно, что в последние 30 лет рост сумм активных температур существенно увеличивается. Так, среднее значение сумм активных температур за период 1945-1993 гг. равна 3631 °С, а за период 1994-2023 гг. она существенно выше (4136 °С). Их различие чувствительно превышает 10% относительно исходных величин.

Это позволяет считать период с 1994 по 2023 гг. (30 лет) достаточно статистически представительным и более объективным относительно общего количества данных. Дальнейшие вычисления и расчёты проводились только по представленному ряду.

Были рассмотрены биологические требования исследуемых культур к теплу (биологический минимум и требуемая сумма активных температур). Под активной температурой подразумеваются среднесуточная температура воздуха, превышающая биологический минимум [3, 4]. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Биологические требования культур к теплу		
Культура	Биологический минимум, °С	Необходимая $\sum t$, °С
Горох	1	1200-1900
Картофель среднеспелый	3	1200-1500

Исходя из этих данных были выявлены периоды с датами начала превышения температуры 1 °С, и окончания возможного вегетационного периода при температуре 3 °С. Определялись их продолжительности по годам, а также суммы температур, превышающих обозначенные биологические минимумы суммарно для двух культур. Результаты вычислений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Даты начала и окончания вегетационных периодов и суммы активных температур с весенним началом превышения 1 °С и осенним понижением температур ниже 3 °С

Год	Сумма активных температур, °С	Дата начала вегетационного периода	Дата окончания вегетационного периода	Продолжительность, дней
1994	4276	14.03.1994	11.11.1994	242
1995	4279	16.03.1995	24.11.1995	253
1996	4418	11.03.1996	21.12.1996	285
1997	3967	25.03.1997	30.11.1997	250
1998	4557	28.02.1998	10.11.1998	255
1999	4376	22.02.1999	07.11.1999	258
2000	4230	15.03.2000	13.11.2000	243
2001	4506	27.02.2001	15.11.2001	261
2002	4680	01.02.2002	27.11.2002	299
2003	4238	02.03.2003	02.12.2003	275
2004	4259	08.03.2004	20.11.2004	257
2005	4277	26.03.2005	09.11.2005	228
2006	4634	19.02.2006	18.11.2006	272
2007	4773	01.03.2007	05.11.2007	249
2008	4851	21.02.2008	10.12.2008	293
2009	4616	24.02.2009	10.12.2009	289
2010	4979	19.03.2010	13.12.2010	269
2011	4188	11.03.2011	06.11.2011	240
2012	5096	18.03.2012	13.12.2012	270
2013	4891	01.02.2013	02.12.2013	304
2014	4768	09.02.2014	21.11.2014	285
2015	4850	21.02.2015	09.12.2015	291
2016	4735	21.02.2016	16.11.2016	269
2017	4697	19.02.2017	22.11.2017	276
2018	4643	03.03.2018	11.11.2018	253
2019	4491	26.02.2019	20.11.2019	267
2020	4714	12.02.2020	26.11.2020	288
2021	4227	14.03.2021	15.11.2021	246
2022	4424	20.03.2022	02.12.2022	257
2023	4780	25.02.2023	22.11.2023	270

Из анализа обеспеченности суммы непрерывных за вегетационный период активных температур (от +1 °С до +3 °С) за каждый год с 1994 по 2023 гг. было выяснено, что самая поздняя дата начала возможного вегетационного периода оказалась 26 марта, а самая ранняя дата окончания - 5 ноября. Таким образом потенциальный самый короткий интервал активных температур составил 224 суток. В реалии самый короткий период, обеспечивающий нужный обозначенный диапазон температур 228 дней был зафиксирован в 2005 году. Соответственно в такой период укладывается сумма необходимых периодов вызревания раннего сорта гороха (60 дней) и поздних сортов картофеля (140 дней) [3, 4]. Минимальная сумма необходимых активных температур зафиксирована в 1997 году в 3967 °С. Требуемая сумма температур для обеих культур 3400 °С.

Можно заключить, что помимо выполнения необходимых требований остаются ещё некоторые резервы для проведения предпосевных и уборочных работ.

Суммы осадков не претерпели существенных изменений – средняя годовая сумма осадков за период с 1967 по 1993 гг. составила 687 мм, за период с 1994 по 2023 гг. – 739 мм., то есть осадки не убывают. Кроме того, следует заметить, что в жаркие периоды без осадков по реке Кубань идёт достаточное количество воды от таяния ледников и в целом практически всегда можно использовать оросительную воду как из естественного источника, так и накопленные водные массы из прудов и водохранилищ [5]. Таким образом в данном регионе оросительная влага не является лимитирующим фактором.

Выполненное исследование подтверждает гипотезу о возможности получения двух урожаев от разных культур (гороха и картофеля) за один вегетационный период за счёт потепления климата в исследуемом регионе [4].

Библиографический список

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. «Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (TTTR)». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aisori.meteo.ru/waisori/index.xhtml?idata=5> Дата обращения: 30.05.2025

2. Велиев, И. Г. Подход к оценке степени изменений температуры воздуха на примере многолетних данных метеостанции Краснодара / И. Г. Велиев, В. В. Ильинич, А. Б. Кавалли // Доклады ТСХА : Сборник статей, Москва, 02–04 декабря 2020 года. Том Выпуск 293, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 19-22. – EDN IQUUSE.

3. Лапшинов Н. А. Влияние температурного режима в период вегетации на урожайность картофеля

4. Турусов В.И., Новичихин А.М., Гармашов В.М., Филатова И.А., Велибекова, Е.И., Пискарева Л.А., Чевердин Ю.И. Технологии возделывания гороха в Воронежской области / Каменная Степь, 2019 – 28 с.

5. Опыт компьютерного моделирования паводкового стока реки Кубань к Краснодарскому водохранилищу на основе модели DWAT / А. В. Перминов, О. С. Ермолаева, Е. В. Кузнецова, В. В. Ильинич // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 107-113. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-4-107-113. – EDN FCEYGQ.

УДК 551.583

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ОСАДКОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

Кузнецов Иван Андреевич, аспирант кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, i.kuznecov@rgau-msha.ru

Аннотация: Проведена оценка влияния особенностей общей циркуляции атмосферы в Северном полушарии на количество дней с эрозионно-опасными осадками в Московском регионе на примере данных многолетних наблюдений Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона.

Ключевые слова: общая циркуляция атмосферы, штормовые осадки, изменение климата.

Важной составляющей современных климатических изменений, оказывающих негативное влияние на сельское хозяйство, является увеличение повторяемости и

интенсивности атмосферных осадков, выявленное по данным наблюдений в Москве за последнее столетие. Так, результаты исследований, проведённых на основе данных многолетних наблюдений Метеорологической обсерватории В.А. Михельсона в Москве, показали увеличение повторяемости случаев суточных осадков с суммами ≥ 10 , ≥ 20 и ≥ 30 мм [1, 2]. Тенденция к увеличению сумм максимальных суточных осадков прослеживается, в целом, на всей территории ЕТР. Согласно прогнозам МГЭИК, к периоду 2050-2059 гг. суммы максимальных суточных осадков в ЦФО в тёплый период могут возрасти местами более, чем на 15 % [3].

Рост суточных сумм осадков, в целом, обусловлен ростом температуры и, следовательно, влагосодержания воздуха, которое оказывает влияние на интенсификацию ливневых осадков [4]. Дополнительное влияние на данную динамику может оказывать непосредственная близость мегаполисов за счёт дополнительного выброса тепла и ядер конденсации. Увеличение количества дней с эрозионно-опасными осадками также может быть обусловлено повышением влагосодержания воздуха, но, кроме того, важную роль может играть изменение общей циркуляции атмосферы в XX-XXI вв. отчётливо прослеживаемое по каталогам элементарных синоптических процессов [5].

Каждый из типов циркуляции атмосферы представляет собой особое распределение областей повышенного и пониженного атмосферного давления в пространстве и непосредственно влияет на перемещение воздушных масс и, следовательно, на положение и динамику атмосферных фронтов, распределение метеорологических величин и погодных явлений в пространстве.

С учётом изложенных положений, в условиях проявляющихся климатических изменений важно уделять внимание генезису экстремальных суточных осадков с последующей их классификацией.

Исходя из необходимости исследования факторов генезиса эрозионных осадков, рамках настоящего исследования была определена зависимость между количеством случаев с суточными осадками более ≥ 10 , 20 и 30 мм в период с мая по сентябрь по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона в Москве и типами циркуляции атмосферы в Северном полушарии по классификации Вангенгейма-Гирса. Выбранная классификация находит широкое применение в аспектах анализа циркуляционных условий атмосферы и является одним из основополагающих элементов долгосрочных прогнозов погоды. В рамках классификации Вангенгейма-Гирса все элементарные синоптические процессы относятся к одной из трёх выделенных форм атмосферной циркуляции: западной (W), меридиональной (C) и восточной (E), каждой из которой соответствуют определенные особенности барического поля, выраженные положением и динамикой барических гребней, ложбин и блокирующих процессов над Атлантико-Европейским регионом Северного полушария [5]. Данные об условиях циркуляции брались из каталога, представленного в работе [5].

По результатам анализа данных о продолжительности каждого типа циркуляции в днях, сопоставленных с количеством дней с осадками заданной градации по месяцам, с помощью ПО Microsoft Excel были определены коэффициенты корреляции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Корреляция между формой циркуляции атмосферы (по Вангенгейму-Гирсу) и повторяемостью осадков заданного диапазона

Месяц	Форма циркуляции)	Суточные осадки, мм		
		≥ 10.0	≥ 20.0	≥ 30.0
Май	Восточная E	0,15	0,11	-0,04
	Западная W	-0,47	-0,12	0,04
	Меридиональная C	0,22	-0,05	0,02

Июнь	Восточная E	0,30	<u>0,61</u>	<u>0,70</u>
	Западная W	-0,26	-0,44	<u>-0,66</u>
	Меридиональная C	-0,17	-0,49	-0,31
Июль	Восточная E	0,01	0,47	<u>0,51</u>
	Западная W	0,12	-0,21	-0,30
	Меридиональная C	-0,12	<u>-0,56</u>	<u>-0,56</u>
Август	Восточная E	0,17	0,11	0,21
	Западная W	-0,28	-0,06	-0,34
	Меридиональная C	0,18	-0,16	0,24
Сентябрь	Восточная E	<u>0,54</u>	0,25	-0,03
	Западная W	<u>-0,58</u>	-0,19	0,01
	Меридиональная C	0,33	-0,01	0,02

Результаты исследования показали неоднородность зависимости наибольшей повторяемости дней с осадками заданной градации от типа циркуляции атмосферы. Прямая связь прослеживается в июне между количеством дней с восточной (E) циркуляцией и количеством дней с осадками ≥ 20 и ≥ 30 мм (корреляция 0,61 и 0,70 соответственно), для сентября аналогичная зависимость с осадками ≥ 10 мм характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,54. Обратная связь наблюдается при западной циркуляции и осадках ≥ 30 мм в июне (корреляция -0,66) и осадках ≥ 10 мм в сентябре (корреляция -0,58). Количество случаев осадков более 10 и 20 мм обратным образом зависит от продолжительности меридионального типа циркуляции в июле.

Полученные взаимосвязи доказывают наличие прямого или опосредованного влияния типов циркуляции атмосферы на распределение полей эрозионно-опасных осадков тёплого периода и, следовательно, на количество дней с эрозионно-опасными осадками. С учётом закономерностей смены типов циркуляционных механизмов и их повторяемости в настоящее время существует практика разработки сезонных прогнозов метеорологических условий, следовательно, существует потенциальная возможность прогнозировать с определёнными допусками количество дней с штормовыми осадками за сезон в зависимости от ожидаемого типа циркуляции. В свете климатических изменений видится целесообразной дальнейшая работа по классификации случаев штормовых осадков по их генезису, а именно: установление степени влияния на их возникновение, помимо типов циркуляции атмосферы, таких факторов, как тип синоптической ситуации, включая разделение осадков на фронтальные и внутримассовые, положение и скорость смещения атмосферных фронтов, а также скорость ведущего потока в тропосфере.

Библиографический список

1. Кузнецов И.А., Быстров А.А., Охлопков И.А. Современная динамика режима осадков в Москве в условиях климатических изменений // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. Сборник статей. – 2023. – С. 363–366.
2. Кузнецов И.А. Анализ повторяемости экстремальных осадков на территории Москвы по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА. // Агрометеорология XXI века. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию кафедры метеорологии и климатологии. Часть 3. – 2023. – С. 16–22.

3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. – Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2022. – 676 с.

4. Meredith, Edmund & Semenov, V. & Maraun, Douglas & Park, Wonsun & Chernokulsky, Alexander. (2015). Crucial role of Black Sea warming in amplifying the 2012 Krymsk precipitation extreme. Nature Geoscience. 8. 615-619. 10.1038/NGeo2483.

5. Дмитриев А.А., Дубравин В.Ф., Белязо В.А. Атмосферные процессы Северного полушария (1891–2018 гг.), их классификация и использование. — СПб., СУПЕР Издательство, 2018. 306 с. ISBN 978-5-907087-10-1

УДК 556.12

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЖДЕВЫХ ОСАДКОВ БАСЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ

Кузнецова Елена Вячеславовна, аспирант кафедры метеорологии и климатологии
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, helenak98@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены характеристики дождевых осадков, и их влияние на речной бассейн. Полученные результаты позволяют говорить о возможном использовании данных рядов для решений практических задач для гидрологии.

Ключевые слова: дождевые осадки, статистические характеристики

Осадки оказывают значительное влияние на речные бассейны практически всех типов питания. В зависимости от типов осадков реки классифицируются по типам питания. В данной статье будут рассмотрены осадки дождевого типа и их влияние на р. Кубань и ее притоки.

Согласно имеющимся исследованиям, было выявлено, что в качестве основных предикторов для гидрологических расчетов бассейна Кубани следует рассматривать данные об осадках с метеостанций Армавир и Минеральные Воды [1, 2].

В качестве исходных данных были использованы суточные дождевые осадки за период 1987-2023 гг. Были рассчитаны годовые суммы всех видов осадков, а также годовые суммы дождевых осадков, и выявлено их соотношение. Так, в Армавире на долю дождевых осадков приходилось, в среднем, 83%, а в Мин. Водах – 87%, от общего количества осадков.

Для рядов сумм дождевых осадков, с помощью формулы Вейбула, были построены графики эмпирических обеспеченностей, представленные среди прочих на Рисунке 1. Следом произведен подсчет основных статистических характеристик этих рядов – их средние (560 мм в Армавире против 446 в Мин. Водах), дисперсии, среднеквадратические отклонения, коэффициенты вариации (0,21 против 0,18) и пр.

В дальнейшем осадки распределялись по их количественным характеристикам в группы, причем учитывались осадки более 10 мм/сутки, поскольку осадки менее 10 мм/сутки проникают в почвы, не вызывая при этом их смыва. Количество осадков более 20 мм/сутки преимущественно не успевают просачиваться в почву, в том числе и на поверхностях с малыми уклонами, в результате чего возникает поверхностный сток, приводящий к затоплению территории. А экстремальные осадки более 40 мм/сутки могут привести к паводкам с наводнениями как в городских условиях, так и в сельских местностях [3]. В Армавире общее количество дней с такими осадками варьирует от 10 (1991 г.) до 27 в 2004 г. В Минеральных Водах разброс от 7 (1998 г.) до 23 дней (2021 г.). В Армавире в среднем отмечалось 17 дней с подобными осадками, а в Мин. Водах – 13 дней.

Также в рядах наблюдений были выявлены максимальные суточные осадки в каждом году, которые составили отдельные выборки для дальнейшего анализа. По оценке

динамических изменений в данных выборках наблюдается тренд на постепенное снижение абсолютных значений максимумов в обоих пунктах, причем в Мин. Водах этот тренд более ощутимый. По количественному распределению значений в выборках в Армавире отмечается постепенное увеличения случаев от 4 с осадками более 20 мм/сутки до 15 с осадками более 50 мм/сутки, в Мин. Водах максимальное представление имеет группа с осадками более 30 мм/сутки (21 значение), остальные распределились равномерно.

Используя формулу Вейбула, были построены графики эмпирических обеспеченностей по выборкам. Их графики представлены на Рисунке 1. Кроме того, для выборок произведены подсчеты основных статистических характеристик. В частности, среднее значение выборки Армавира составило 50,2 мм, средняя Мин. Вод – 44,9 мм, а коэффициенты вариации составили 0,31 и 0,46 соответственно.

Полученные результаты статистической обработки делают возможным использование данных рядов для прогнозов дождевых паводков в данном бассейне.

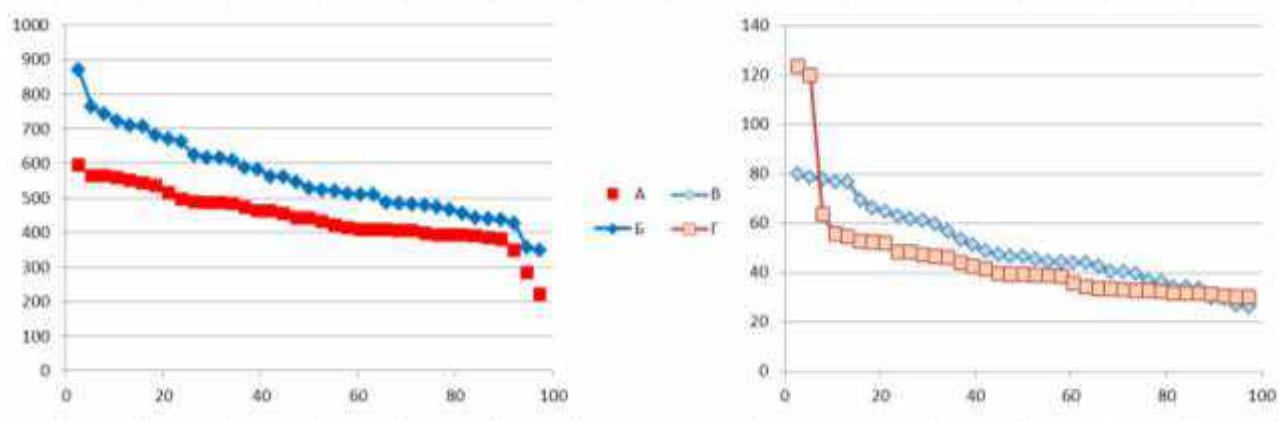


Рис. 1. Графики эмпирической обеспеченности (А – для суммы дождевых осадков Мин.Вод; Б - для суммы дождевых осадков Армавира; В – для максимальных суточных осадков Армавира Г – для максимальных суточных осадков Мин.Вод. По оси абсцисс представлена обеспеченность, %, по оси ординат осадки в мм)

Библиографический список

1. Кузнецова Е.В. Оценка дождевых характеристик для штормовых предупреждений паводков /Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей. Том 1., 2023 - с. 360-363.
2. Ильинич В.В. Кузнецова Е.В., Перминов А.В. Подход к регулированию стока водохранилищем для снижения риска превышения его противопаводочной емкости во время внезапных паводков./ Гидротехническое строительство – 2022. - №10. - с. 13-19.
3. Лапушкин М.Ю., Ильинич В.В. Оценка изменений характеристик штормовых дождей на севере Москвы, влияющих на надежность гидротехнических сооружений. / Гидротехническое строительство – 2020. - №3. - с. 2-5.
4. Борщ С.В., Христофоров А.В., Юмина Н.М. Статистический анализ в гидрологических прогнозах. М.: Гидрометцентр России, 2018. 160 с.

УДК 630.431.5

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД 2024 ГОДА

Обухов Максим Олегович, аспирант кафедры Метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, obukhov.mo@yandex.ru

Аннотация: в статье анализируется степень пожарной опасности в лесных массивах на территории Москвы и Московской области в пожароопасный период (апрель - октябрь) 2024 года. Рассчитаны основные показатели горимости, составлены графики хода показателей горимости.

Ключевые слова: Пожарная опасность, показатель горимости, Московский регион.

Природный пожар — это стихийно возникающий и распространяющийся процесс горения в природной среде (в лесной или степной местности).

В работе использовались данные ФГБУ «Центральное УГМС», где ежедневно в пожароопасный период (с апреля по октябрь) производится расчет пожарной опасности в лесных массивах Москвы и Московской области.

В 2024 году расчет пожарной опасности производился в Московском регионе с 15 апреля до 10 октября, когда в регионе установилась дождливая и холодная погода. Общее количество дней с непрерывным анализом пожарной ситуации составило 179 дней. Расчет производился по данным 14 метеорологических станций (2 в Москве - ВДНХ, Михайловское; 12 в области - Ново-Иерусалим, Дмитров, Клин, Волоколамск, Можайск, Наро-Фоминск, Серпухов, Коломна, Черусти, Павловский Посад, Кашира, Подмосковная). Для оценки горимости применяется метод расчета, предложенный академиком В.Г. Нестеровым, а также шкала степени пожарной опасности, представленная в таблице 1.

Таблица 1

Шкала степени пожарной опасности по расчетам В.Г. Нестерова

Комплексный показатель горимости, мбар-град	Класс пожароопасности (по шкале Нестерова В.Г.)	Степень пожароопасности
< 300	1	отсутствует
301-1000	2	малая
1001-4000	3	средняя
4001-10000	4	высокая
> 10000	5	чрезвычайная

Вычисление показателя горимости начинается после схода снега, то есть с наступлением пожароопасного периода, продолжается ежедневно и заканчивается осенью, с выпадением обильных осадков. Показатель пожарной опасности (ППО), предложенный В. Г. Нестеровым [1], рассчитывается путём ежедневного суммирования (нарастающим итогом) произведения температуры воздуха (t) на дефицит влажности воздуха ($t-r$) в 12 часов местного времени, также учитывается сумма осадков за прошедший день и прошедшую ночь - 24 часа (формула 1): если сумма осадков за сутки составляет 3 мм и более, показатель горимости обнуляется.

$$КПП = \sum_n^1 t(t - r) \quad (1)$$

Согласно полученным данным, в теплый период 2024 года наиболее высокий средний показатель горимости составил 3246 градусов, на станции Кашира (юг Московской области). Наименее низкий средний показатель горимости составил 1831 градуса на станции

Волоколамск. Среднее значение по всем метеостанциям московского региона составило 2380 градуса, что соответствует 3 классу (среднему) пожарной опасности.

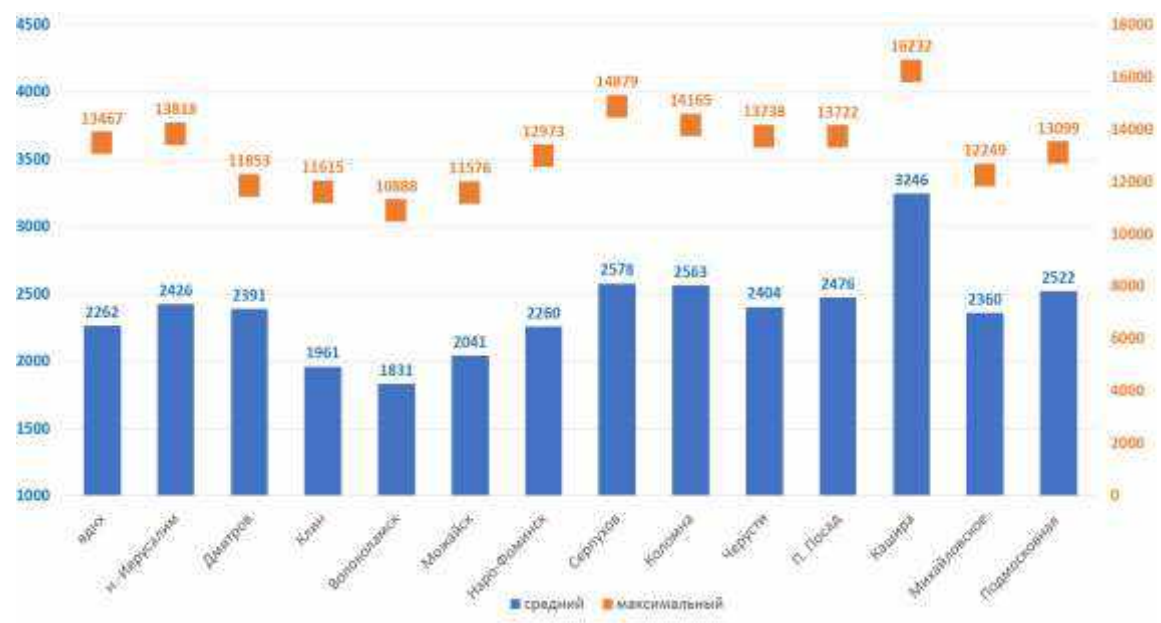


Рис. 1 Среднее и максимальное значение показателя горимости для каждой метеостанции московского региона за теплый период 2024 года

Максимальные значения класса пожарной опасности соответствовали опасному явлению «Чрезвычайная пожарная опасность» — это явление, которое значительно увеличивает вероятность возникновения стихийных природных пожаров. Данное явление отмечалось на территории всего Центрального федерального округа. В московском регионе оно наблюдалось во второй половине сентября, на протяжении 22 дней: с 14 сентября по 05 октября. Нарастанию пожароопасной обстановки способствовало установление мощного блокирующего антициклона и, следовательно, высокие температуры воздуха и отсутствие значительных осадков в течение сентября 2024 года: на реперной метеостанции Москвы (ВДНХ) за сентябрь 2024 года выпало всего 11 мм дождя. Осадки наблюдались в период с 27 по 29 сентября, а до этого значительный дождь (с количеством осадков более 3 мм) отмечался лишь 20 августа. Наиболее высокие максимальные значения индекса горимости составили 16232 градуса (Кашира) и 14879 градуса (Серпухов).

На рисунке 1 представлена диаграмма распределения среднего и максимального класса пожарной опасности по станциям Москвы и Московской области. Можно заметить, что наиболее низкие показатели горимости наблюдались в северной половине региона, а наиболее высокие в южной половине.

За рассматриваемый период в среднем на станциях отмечалось 47 дней с отсутствием пожарной опасности, 45 дней с малой пожарной опасностью, 52 дня со средней пожарной опасностью, 24 дня с высокой пожароопасностью, а также 11 дней с чрезвычайной пожарной опасностью. Сравнительно высокое количество дней со средним классом может быть обусловлено неравномерному распределению градаций шкалы Нестерова: третий класс включает в себя 3000 градусов (с 1001 до 4000 градуса), когда первый и второй класс включают в себя 300 и 700 градусов соответственно.

Наибольшее количество дней с отсутствием пожарной опасности было отмечено в Волоколамске, что связано с расположением метеостанции: по статистике, на северо-западе области осадков выпадает больше, чем на юго-востоке. Малый класс пожарной опасности наблюдался чаще всего в Волоколамске и Наро-Фоминске (50 дней). Средний класс чаще

всего отмечался в Коломне – 62 дня. Наибольшее количество дней с высокой пожарной опасностью отмечено в Дмитрове и в Михайловском, а чрезвычайный класс пожарной опасности дольше всего наблюдался на юге Московской области – на метеостанции Кашира было отмечено 20 дней с 5 классом.

Теплый период 2024 года оказался достаточно сложным с точки зрения опасности возникновения пожаров. Несмотря на частое выпадение интенсивных осадков в летние месяцы, в сентябре 2024 года погоду определял блокирующий антициклон, благодаря которому значительных осадков не отмечалось более месяца, а в связи с наблюдающимся трендом на повышение температуры воздуха, можно предположить, что при отсутствии осадков и более высокие температуры воздуха ситуация с пожарной опасностью в лесных массивах Центрального федерального округа в будущем, ситуация с пожароопасной обстановкой будет ухудшаться. Для более точного мониторинга пожарной ситуации в Московском регионе необходимо увеличить количество пунктов наблюдения (метеостанций), данные которых будут учитываться при составлении ежедневного бюллетеня пожарной опасности.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 22.1.09-99. Группа Т58. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров.
2. Агробιοтехнологии XXI века: коллективная монография / [Серегина И. И., Торшин С. П., Новиков Н. Н. и др.] ; научный редактор Белопухов С. Л. ; ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева. — Москва : Мегapolis, 2022. — 515 с.

УДК 55: 551.506.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МИНИМУМА СПОСОБОМ ШИГОЛЕВА НА ПРИМЕРЕ КИНОА (*CHENOPŌDIUM QUİNOA*)

Осин Дмитрий Юрьевич, ассистент кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, d.osin@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Дронова Елена Александровна, к. геогр. н., доцент кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, edronova@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье приедена методика определения биологического минимума культуры способом Шиголева. Биологический минимум определялся по самым выраженным фазам развития на примере скороспелых сортов киноа (*Chenopodium quinoa*) по данным собственных экспериментальных исследований за 2021-2024 гг. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ключевые слова: киноа (*Chenopodium quinoa*), биологический минимум, агроклиматология, сумма положительных среднесуточных температур, фазы развития.

Ценное зерновое растение киноа (*Chenopodium quinoa*, семейство Маревые или Амарантовые) пришло к нам из культуры древних инков, где его начали возделывать более 3000 лет назад. Именно благодаря своей пищевой ценности знание выращивания киноа в различных почвенно-климатических условиях является важной продовольственной задачей сельского хозяйства.

Объектом исследования является киноа — (*Chenopodium quinoa*) псевдозерновое (лат. Pseudocereal) однолетнее растение, вид рода Марь (*Chenopodium*) семейства Амарантовые (*Amaranthaceae*).

Биологический минимум культуры определяет при каких условиях температурного режима культура может существовать при нормальном соотношении прочих лимитирующих факторах. Если температура (воздуха или почвы) превышает её биологический минимум, то эти температуры позволяют её развиваться и переходить от одной фазы развития к другой. Рассматривая биологический минимум культуры в начальных фазах развития (всходы, 2 листа и т.д.), то значение биологического минимума позволяет нам определять оптимальные сроки сева культуры и более рационально использовать термические условия региона возделывания.

По мере развития культуры, её биологический минимум может меняться. Сельскохозяйственные культуры считаются наиболее уязвимыми в фазы первоначального развития (всходы) и в фазы формирования генеративных органов (выметывание, цветение).

Культура киноа, которая по своим биологическим и химическим характеристикам может соперничать с самыми популярными зерновыми культурами (а в некоторых аспектах и превосходить их) может стать отличной альтернативой на посевных площадях в средней полосе России. Однако отечественные сельхоз производители не спешат внедрять эту культуру ввиду отсутствия большого количества подтвержденных данных о практическом возделывании этой культуры в регионе. Поэтому возникает необходимость полноценного исследования всех особенностей этой культуры, в т. ч. в определении её биологического минимума.

Наука «Агрометеорология» получила свое зарождение в Российской Империи, поэтому не удивительно, что основными исследованиями занимаются именно отечественные ученые. В зарубежной литературе и научных изданиях недостаточно информации о том, при каких агрометеорологических условиях киноа возделывается, не говоря уже о том, чтобы детально перейти к вопросу определения биологического минимума этой культуры в условиях открытого незащищенного грунта. Такие ученые в области сельскохозяйственной метеорологии, как ШигOLEV, Скворцов (и другие) дали наиболее точную оценку определения биологического минимума культуры. Благодаря регрессионному анализу были определены ключевые параметры, от которых зависит значение биологического минимума культуры.

Согласно способу, предложенный ШигOLEVым, на график наносят точки, соответствующие сумме положительных среднесуточных температур (ось ординат) за весь ряд наблюдения, на оси абсцисс наносят продолжительность межфазного периода (рис. 1).

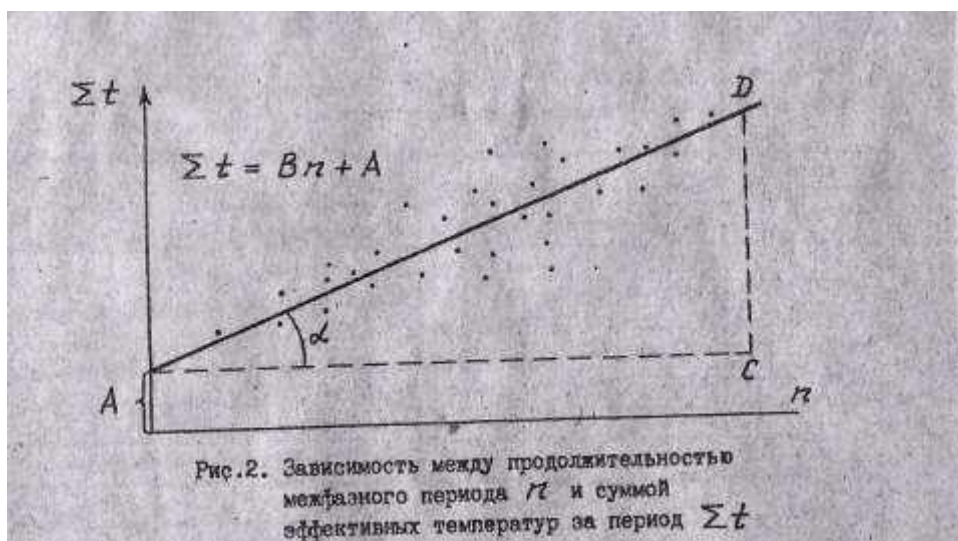


Рисунок 1. Фрагмент примера определения биологического минимума культуры способом ШигOLEVA

Коэффициент уравнения регрессии B (биологический минимум) находят как тангенс угла наклона прямой α .

По собственным экспериментальным данным [1] на полях РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, получены данные о продолжительности межфазного периода киноа до фазы наступления второго настоящего листа. По данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона получены значения сумм положительных среднесуточных температур (табл. 1).

Таблица 1

Межфазные периоды киноа по данным исследований за 2021-2024 гг.

Межфазный период	Продолжительность периода	N, дней	Средняя температура воздуха, °C	Сумма положительных температур за период, °C	Сумма осадков, мм
Посев - 2 настоящих листа	24.05-08.06	15	17	250	50
Посев - 2 настоящих листа	14.05-02.06	24	11	159	60
Посев - 2 настоящих листа	21.05-29.05	8	16	143	19
Посев - 2 настоящих листа	23.05-29.05	6	16,6	115,9	7,5
Посев - 2 настоящих листа	25.05-30.05	5	16,5	99,1	6,4
Посев - 2 настоящих листа	15.05-20.05	5	15	91	2
Посев - 2 настоящих листа	20.05-04.06	15	19,8	297,2	21,2

Для оценки достоверности полученных данных, проведена оценка коэффициента корреляции между продолжительностью периода и суммой положительных среднесуточных температур. Коэффициент корреляции равен 0,93, что говорит о сильной зависимости между характеристиками. По способу Шиголева построена кривая зависимости между продолжительностью периода и суммой положительных среднесуточных температур (рис. 2).



Рис. 2. Зависимость между продолжительностью межфазного периода киноа и суммой положительных среднесуточных температур за 2021-2024 гг.

Несмотря на малочисленность текущей информации коэффициент уравнения регрессии В (биологический минимум) равен $+6,33^{\circ}\text{C}$. Полученная информация может свидетельствовать о том, что исследуемая культура является более теплолюбивой культурой по сравнению с распространенными зерновыми культурами (чей биологический минимум, в среднем, равен $+5^{\circ}\text{C}$), из-за чего сроки сева этой культуры в средней полосе России на 1-2 декады. Благодаря дальнейшим исследованиям и методичке учащенных сроков сева можно дополнять исследуемый ряд наблюдений и уточнять текущие значения биологического минимума культуры.

Библиографический список

1. Осин Д.Ю. Е.А. Дронова. Агрометеорологические условия выращивания киноа в 2021-2023 гг. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию кафедры метеорологии и климатологии «АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ XXI ВЕКА». Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2023 — 88 с.
2. Осин, Д.Ю. Е.А. Дронова. Агрометеорологические условия выращивания киноа на полях РГАУ-МСХА. Сборник статей международной конференции «Агробiotехнология-2021». Москва: Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2021 — 555 с.;
3. Осин, Д.Ю. П.С. Ильин. Анализ временной изменчивости агроклиматических условий тепло- и влагообеспеченности по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона. Материалы Всероссийской конференции молодых исследователей «Аграрная наука-2022». Москва: Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2022 — 1526 с.;
4. Статистические методы расчета биологического минимума температур для развития растений: Методические указания к лабораторным работам по курсу

«Агрометеорология» для студентов III курса специальности «Агрометеорология» / Сост. В.В. Капелюш, В.Н. Сытов. – Одесса, ОГМИ, 1986, 20 с.

5. Viviana Sosa. Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale/ Viviana Sosa// U. Steinfort, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile – Santiago – Chile, 2016.

УДК 631.363

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Самоторкина Татьяна Александровна, магистр кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lisastalevarova@yandex.ru

Аннотация: *Описаны такие климатические характеристики, как динамика температур лета (июнь-август), ход суммарного месячного количества осадков за летний период по данным наблюдений за период с 1995 года по 2014 год. Данные показатели являются основными предикторами торфяных пожаров на территории болот Мещерской низменности.*

Ключевые слова: *температура, осадки, Мещерская низменность, торфяники*

Мещерская низменность является уникальным природно-ландшафтным комплексом на территории Центральной России. Площадь низменности занимает восточную часть Московской области, западную часть Владимирской области и северо-запад Рязанской области.

Происхождение этой низины связано с мощной ледниковой деятельностью, имевшей место до юрского периода. Данный исторический отрезок стал причиной богатства территории реками, реликтовыми озерами, а также торфяными болотами.

В настоящее время на данной территории нередки пожары торфяников. Самые крупные пожары отмечались в 1972-м, 2007-м, 2008-м и 2010-м годах. [1]

Основными факторами, приводящими к возгоранию торфяных болот, являются:

- отсутствие научных представлений о функционировании болотных экосистем;
- использование фрезерного метода добычи торфа;
- принудительные осушения территории;
- климатические изменения. [2]

Осушения территории и снижение количества осадков, как одного из источников естественного увлажнения деятельной поверхности, могут привести к усилению низовых, и, как следствие, верховых пожаров, а также потере торфяных ресурсов вследствие их высыхания. Нарушения водного баланса территории необратимо приведет к полной смене типа территории. [2]

Основным периодом возгорания является теплый период года с июля по июль, когда над территорией устанавливается мощный антициклон с высоким атмосферным давлением в сочетании с ясной погодой и высокими летними температурами. Также факторами возгораний территории является не только принудительное антропогенное осушение торфяников, но и недостаточное количество атмосферных осадков, как источника естественного увлажнения болот.

В особенности данная проблема актуальна в современных условиях изменения климата в период глобального потепления. Показательным стал 2010 год с аномально высокими температурами воздуха и продолжительной атмосферной и почвенной засухой.

Исследования показывают, что в широтной зоне 40–60° северной широты (с.ш.), ограниченной сектором 30–60° восточной долготы (в.д.) имеет место положительный тренд, указывающий на рост показателя температуры воздуха в многолетнем ходе [3]. При этом необходимо учитывать, что даже рядом расположенные районы могут иметь различные климатические тенденции в ходе изменения температуры воздуха [3].

Целью статьи является исследование среднемесячных температур воздуха и показателя количества осадков летних периодов (июнь-август) за период 1995—2014 гг. по данным наблюдений.

Для исследования были взяты такие показатели, как среднемесячные значения температуры воздуха, осредненные за месяц максимальные и осредненные за месяц минимальные температуры воздуха, а также суммарное месячное количество осадков. Полученные данные представлены в виде графика, представленного на рис. 1.

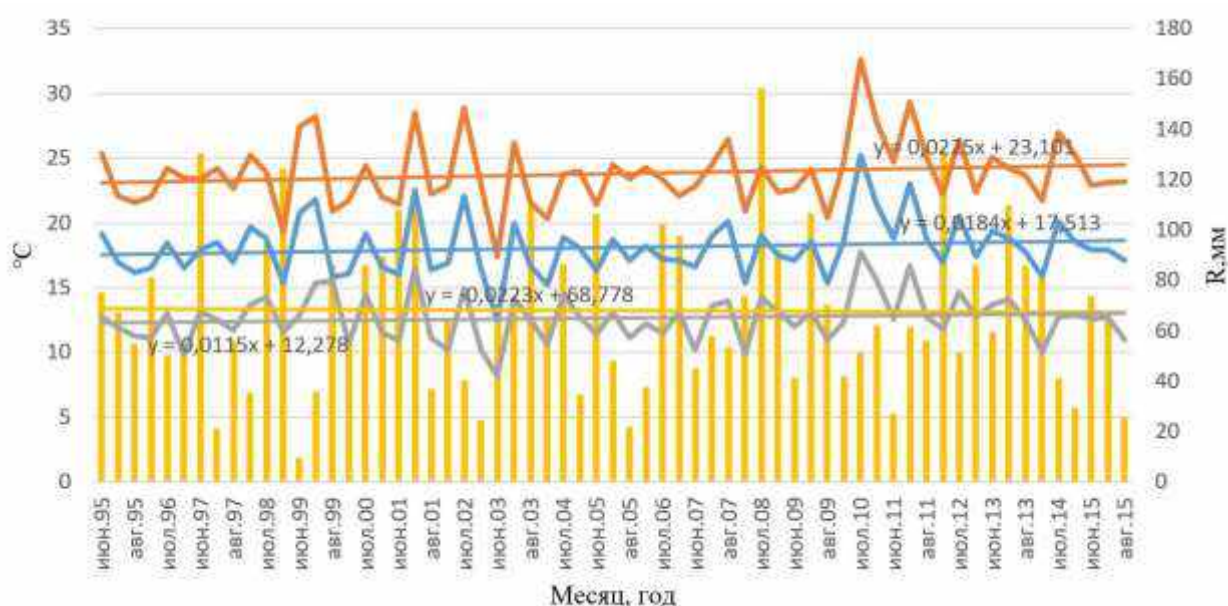


Рис. 1 Динамика изменения показателей среднемесячных значений температуры воздуха, среднемесячных максимумов и минимумов температуры воздуха и суммарного количества осадков за летние периоды 1995–2015 гг. (желтый цвет — суммарное количество осадков за месяц, мм; оранжевый цвет — осредненные за месяц максимальные значения месячной температуры воздуха, °C; голубой цвет — среднемесячные значения температуры воздуха, °C; серый цвет — осредненные минимальные значения месячной температуры воздуха, °C)

По динамике линейных трендов осредненных значений и линейных коэффициентов линий тренда выражено незначительное изменение данных показателей за выборку в двадцать лет с 1995 года по 2015 год. При этом можно отметить, что динамика возрастания осредненных максимальных температур гораздо быстрее, чем у остальных показателей, т. к. коэффициент при основании x является наибольшим значением среди всех уравнений. Также заметна графическая связь между показателем месячной суммы осадков и осредненной за месяц максимальной температуры воздуха: в годы с максимальными значениями осредненной максимальной температуры фиксировались минимальные месячные суммы осадков.

В годы, когда отмечались пожары на торфяных болотах, например, 2007 год, месячное количество осадков составило от 50 до 60 мм, а осредненная максимальная температура воздуха поднималась выше значения 25°C. Для 2008 года данные значения составили 70–80 мм и 25°C, а для 2010 года — 50 мм и 35°C соответственно.

В Таблице 1 представлены значения абсолютных максимумов температур (Т, °С) за каждый месяц летнего периода двадцатилетней выборки.

Таблица 1

Значения абсолютных максимумов температур (Т, °С)

Месяц	Т, °С	Месяц	Т, °С	Месяц	Т, °С	Месяц	Т, °С
июн.95	31,1	июл.00	29,9	авг.05	28,8	июн.11	31,1
июл.95	29,7	авг.00	25,3	июн.06	31,8	июл.11	34,0
авг.95	27,7	июн.01	28,7	июл.06	32,4	авг.11	32,2
июн.96	29,9	июл.01	33,4	авг.06	29,0	июн.12	29,9
июл.96	35,2	авг.01	30,0	июн.07	29,5	июл.12	31,4
авг.96	28,7	июн.02	30,7	июл.07	31,8	авг.12	31,3
июн.97	29,5	июл.02	33,2	авг.07	34,5	июн.13	31,5
июл.97	29,0	авг.02	33,4	июн.08	27,2	июл.13	31,1
авг.97	29,5	июн.03	23,2	июл.08	30,6	авг.13	29,8
июн.98	34,7	июл.03	30,4	авг.08	33,0	июн.14	33,0
июл.98	30,6	авг.03	30,1	июн.09	31,4	июл.14	32,7
авг.98	29,9	июн.04	27,5	июл.09	32,1	авг.14	33,2
июн.99	27,0	июл.04	27,6	авг.09	26,2	июн.15	30,6
июл.99	35,4	авг.04	29,9	июн.10	36,2	июл.15	30,0
авг.99	33,4	июн.05	27,6	июл.10	38,5	авг.15	30,0
июн.00	30,0	июл.05	30,4	авг.10	38,2	b	0,0003

При анализе абсолютных месячных температурных максимумов был рассчитан линейный коэффициент тренда для данного ряда, означающий незначительную положительную динамику максимумов на данной территории. При этом в обозначенные выше годы были зафиксированы максимальные значения, такие как 31,8°C, 33,4°C для июля и августа 2007 года, 30,6°C, 33,0°C для июля и августа 2008 года и 38,5°C, 38,2°C для 2010 года, когда отмечались возгорания торфяников. Подобные критические значения также отмечаются каждый месяц, начиная с 2011 года, за исключением двух показателей июня 2012 года (29,9°C) и августа 2013 года (29,8°C), но при этом возгорания торфяников не фиксировались или имели минимальные площади, что вероятнее всего, вызвано связью с устранением таких факторов воспламенения, как недостаточное увлажнение или неправильная технология добычи.

Если сравнить ход данных показателей максимальных температур и количество суммарных месячных осадков на территории, то мы видим учащение критических значений температур при плавном снижении показателя сумм осадков.

Таким образом, для дальнейшего исследования необходимо взять более масштабную выборку данных и учесть не только показатели температур и выпавших осадков, но и показатели увлажнения, а также количество осадков за год целиком.

Библиографический список

1. Лукьянова Т. С., Широкова В. А., Хуторова А. О. Климатические изменения и геоэкологические проблемы западной Мещеры / Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Том 1. — 2019 г.
2. Лукьянова Т. С. Почему важно постоянное наблюдение за торфяниками подмосковной Мещеры / Вестник международной академии наук (русская секция). Науки о земле, проблемы экологии, образования, экологической культуры. — 2017 г.
3. Акимов Л. М., Задорожная Т. Н., Закусилев В. П. Анализ климатических параметров температуры воздуха на Европейской территории России в летний период. / Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Том 1. —

2019 г.

УДК 551.509.59

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕЖГОДОВЫХ И ПЯТИЛЕТНИХ ПРОГНОЗОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ

Смирнов Иван Андреевич, аспирант кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ivan-2-2-99@yandex.ru

Дронова Елена Александровна, доцент кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, edronova@rgau-msha.ru

Аннотация: *Используя результаты межгодового и пятилетнего прогнозирования среднегодовой температуры воздуха и осадков, оценивается их оправдываемость и возможность применения для прогноза агроклиматических условий на территории Центрально-Черноземного района.*

Ключевые слова: *Сумма осадков, среднегодовая температура, прогнозирование, ЦЧР, озимая пшеница.*

Введение. Еще с прошлого века учеными активно разрабатывались и развивались технологии и методы краткосрочного прогноза погоды на предстоящие дни, недели, сезоны или же подходы к сверхдолгосрочным прогнозам климатических изменений в рамках века, базирующиеся на сценариях атмосферной концентрации парниковых газов и антропогенных выбросов. В тоже время прогнозы изменчивости климатических показателей на следующие несколько лет оставались затрудненными в следствии отсутствия достаточного уровня вычислительной техники и неопределенностей с источниками прогнозирования, в связи с чем им не было уделено должного внимания [1]. Только в последние 15 лет это направление прогнозирования начало активно развиваться.

В последние годы отмечается достижение определенных успехов в межгодовом и десятилетнем прогнозировании климата, однако их практическое применение и обслуживание прогностической информацией заинтересованных лиц и структур, в особенности в региональном масштабе, на данный момент еще слабо развито. В статье [2], рассматривающей последствия возможных изменений термических условий Северной Евразии в рамках ближайшего пятилетия в аграрном секторе федеральных округов Российской Федерации, отмечается, что такого рода прогнозы, имеют важное стратегическое значение для сферы сельского хозяйства и в частности потенциал при их использовании для разработки новых подходов к прогнозированию условий вегетации и урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящем исследовании на основе данных межгодового и пятилетнего прогнозирования гидротермических характеристик оценивается качество и возможность применения таких прогнозов для оценки потенциальных агроклиматических условий периода вегетации озимой пшеницы на территории Центрально-Черноземного района (ЦЧР), включающего в себя Воронежскую, Курскую, Тамбовскую, Белгородскую и Липецкую области.

Материалы и методы исследования. Для проведения анализа были использованы данные о прогнозах отклонений от климатической нормы среднегодовой приземной температуры воздуха и годового количества осадков в среднесуточном выражении сроком на 1 год и 1-5 лет, полученные при использовании мульти-модельного подхода [3] и отдельно отечественной модели ИВМ РАН [4]. Прогнозы приводятся в виде карт пространственной изменчивости данных показателей.

Прогнозы ведутся с 2011 года. В рамках статьи было оценено то, насколько часто эти прогнозы оправдывались по сравнению с данными наблюдений 11 метеостанций ЦЧР. С 2011 по 2023 год было получено по 13 прогнозов на год и по 13 на пять лет для каждой метеостанции или же 143 прогноза для 11 станций в сумме. Данные метеорологических наблюдений взяты из базы данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) [5].

Кроме того, была проведена оценка наличия корреляционно-регрессионной зависимости некоторых гидротермических ресурсов и агроклиматических условий периода вегетации озимой пшеницы от рассматриваемых параметров, с целью оценить возможность и точность их прогнозирования.

Обсуждение результатов. В таблице 1 приводятся результаты оценки оправдываемости межгодовых и пятилетних прогнозов среднегодовой температуры воздуха и количества осадков, полученные по прогнозам ансамбля климатических моделей и отдельно по прогностической системе ИВМ РАН, в сравнении с фактическими данными наблюдений метеостанций на территории Центрального Черноземья.

Таблица 1

Оправдываемость межгодовых и пятилетних прогнозов приземной температуры воздуха и количества осадков по сравнению с фактическими данными наблюдений на территории ЦЧР по прогнозам модели ИВМ РАН и итогам мультимодального прогнозирования

Среднегодовая температура воздуха, °С											
1 год						1-5 лет					
Среднее мультимодальное			по ИВМ РАН			Среднее мультимодальное			по ИВМ РАН		
Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше	Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше	Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше	Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше
20	37	86	15	22	106	40	19	84	14	0	129

Средние годовые осадки, мм/дни											
1 год						1-5 лет					
Среднее мультимодальное			по ИВМ РАН			Среднее мультимодальное			по ИВМ РАН		
Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше	Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше	Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше	Оправдался	Прогноз больше	Прогноз меньше
9	73	61	40	59	44	20	64	59	59	27	57

Результаты оценки качества прогнозирования были просуммированы по трем категориям: прогноз оправдался, был больше фактических данных наблюдений или же меньше.

В общих чертах можно сказать, что при прогнозе среднегодовой приземной температуры модели давали значения, которые в рассматриваемом регионе зачастую оказывались ниже фактических наблюдений. Оправдываемость прогнозов среднегодовой температуры воздуха была выше при пятилетнем прогнозировании, чем при межгодовом прогнозе, и при мульти-модельном подходе, нежели при использовании только модели ИВМ РАН.

В свою очередь при прогнозе среднегодового количества осадков модели чаще давали значения превышающие результаты метеонаблюдений. В целом лучше суммы осадков предсказаны по модели ИВМ РАН нежели по мультимодальному прогнозу, особенно при прогнозировании на срок до 5 лет.

Была проведена оценка корреляционно-регрессионной зависимости от этих двух прогностических величин ряда агроклиматических показателей: средней месячной и средней сезонной температуры воздуха, сезонных сумм осадков, продолжительности периодов с устойчивыми отрицательными температурами воздуха и активной вегетации растений, относительного испарения, биоклиматического потенциала (БКП), продуктивности озимой пшеницы и т.д. В таблице 2 представлены результаты этой оценки, приводятся коэффициенты корреляции для тех показателей, у которых статистически значимая зависимость от среднегодовой температуры воздуха и количества осадков наблюдается по всем 11 метеостанциям ЦЧР. Прописными буквами указаны сокращения месяцев наблюдений.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции значимых зависимостей агроклиматических показателей от среднегодовой температуры воздуха и годовой суммы осадков на территории ЦЧР

Показатель	От среднегодовой температуры воздуха	Показатель	От годовой суммы осадков
Средняя температура воздуха, февраль	0,44-0,57	Сумма осадков, СОН	0,44-0,65
Средняя температура воздуха, март	0,50-0,58	Сумма осадков, МАМ	0,39-0,61
Средняя температура воздуха, июнь	0,50-0,63	Сумма осадков, АМИИ	0,56-0,83

Средняя температура воздуха, СОН	0,41-0,64	Среднегодовая относительная влажность воздуха	0,38-0,56
Средняя температура воздуха, ДЯФ	0,49-0,62	Сумма осадков, весенне-летний период вегетации	0,47-0,74
Средняя температура воздуха, МАМ	0,69-0,74	Суммарное испарение, весенне-летний период вегетации	0,40-0,75
Средняя температура воздуха, ИИ	0,37-0,62	Относительное испарение, весенне-летний период вегетации	0,42-0,68
Средняя температура воздуха, АМИИ	0,46-0,59	БКП	0,66-0,93
Продолжительность периода с устойчивой температурой воздуха > 5°C	0,41-0,66		
Число дней со среднесуточной температурой воздуха < 0°C	-0,47 ... -0,67		
Сумма дневных активных температур	0,38-0,72		

воздуха > 10°C	
Испаряемость, весенне-летний период вегетации	0,38-0,64
Потенциальная урожайность озимой пшеницы	0,65-0,85
Фактическая урожайность озимой пшеницы	0,43-0,56

Статистически значимая связь среднегодовой температуры наблюдается с 14 агроклиматическими показателями. Наиболее высокие коэффициенты корреляции при оценке зависимости от этого прогностического параметра отмечены для средней температуры воздуха за период с марта по апрель (0,69-0,74) и потенциальной урожайности озимой пшеницы (0,65-0,85). Также из важного стоит отметить значимую связь с суммой дневных температур воздуха, продолжительностью периода с устойчивой отрицательной температурой, длительностью вегетации и фактической урожайностью озимой пшеницы.

Для среднегодовых осадков такие зависимости были получены для 8 агроклиматических параметров, среди которых наиболее высокие коэффициенты корреляции отмечены для сумм осадков за период с апреля по июль (0,56-0,83) и БКП (0,66-0,93). Также важно отметить зависимость от годовых осадков относительного испарения, использующегося для прогноза климатически обусловленной урожайности озимой пшеницы.

Заключение. Используя результаты прогнозов среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков сроком на 1 год и 1-5 лет, полученные по прогностической модели ИВМ РАН и мульти-модельному подходу, а также фактические данные наблюдений метеостанций на территории ЦЧР, была оценена их оправдываемость и возможность применения для прогноза местных агроклиматических условий выращивания озимой пшеницы.

Было установлено, что при прогнозе температуры модели давали значения, которые зачастую оказывались ниже наблюдаемого. Оправдываемость прогнозов выше при пятилетнем прогнозе по нескольким моделям. При прогнозе сумм осадков модели же чаще давали значение больше фактического. В целом лучше осадки предсказаны по модели ИВМ РАН нежели по мультимодальному прогнозу, особенно при прогнозировании на 5 лет. По всем рассматриваемым метеостанциям ЦЧР было выявлено 14 и 8 статистически значимых зависимостей агроклиматических показателей от среднегодовой температуры воздуха и осадков соответственно. В первом случае наиболее высокие коэффициенты корреляции отмечены при оценке связи с потенциальной урожайностью озимой пшеницы, а во втором с БКП. Данное исследование подтверждает перспективность применения методов межгодового и пятилетнего климатического прогнозирования в сельском хозяйстве, при условии повышения точности прогностических систем и моделей.

Библиографический список

1. Overview of near-term decadal climate prediction and its applications: Technical note / N. González-Reviriego, L.-P. Caron, B. Solaraju Murali, F. J. Doblas-Reyes. – Barcelona : Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación, 2018. – 41 p. - URL: https://earth.bsc.es/wiki/lib/exe/fetch.php?media=library:external:technical_memoranda:bsc-ess-2018-001-dcp-jrc.pdf (дата обращения: 25.07.2024). - Текст : электронный.
2. Оценка изменений температурного режима в Северной Евразии на предстоящее пятилетие по прогнозам модели земной системы ИВМ РАН и их возможных последствий для

сельского хозяйства / В. М. Хан, Р. М. Вильфанд, В. А. Тищенко [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2023. – № 9. – С. 14-28.

3. WMO Lead Centre for Annual-to-Decadal Climate Prediction : [сайт]. - URL: <https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/> (дата обращения: 02.12.2024). – Текст : электронный.

4. WMO Северо-Евразийский Климатический Центр : Десятилетние прогнозы по модели ИВМ РАН (INM-CM5) : [сайт]. - URL: <https://seakc.meteoinfo.ru/ru/prognozy/desyatiletnie-prognozy> (дата обращения: 03.12.2024). – Текст : электронный.

5. ВНИИГМИ-МЦД: Специализированные массивы для климатических исследований : [сайт]. - URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 05.12.2024). – Текст : электронный.

УДК 551.5

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ БИОИНДИКАЦИИ

Шуберт Валерия Владимировна, преподаватель кафедры геопространственных систем и комплексной безопасности КГУ им. К. Э. Циолковского, Shubert.valeria@yandex.ru

Аннотация: Рассмотрено влияние метеорологических условий на результаты биоиндикации при оценке показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластины берёзы повислой.

Ключевые слова: метеорологические условия, биоиндикация, берёза повислая, асимметрия.

Ввиду активного роста и развития промышленного сектора, значительно возросла антропогенная нагрузка на экосистемы городов, вследствие чего актуальным становится поиск современного подхода к оценке состояния окружающей среды. В настоящее время наиболее распространёнными методами оценки являются физический и химический, в то время как биологические методы, несмотря на относительную простоту, доступность и экономическую выгоду, используются реже.

Биологические методы включают в себя, например, биоиндикацию и биотестирование, имеющие в свою очередь ряд особенностей.

Для более правильной и точной интерпретации полученных данных при применении метода биоиндикации необходимо понимать, какие внешние факторы могут повлиять на исследуемый тест-объект. Такими факторами являются изменчивость организмов, особенности условий природной среды, различные антропогенные факторы и, безусловно, метеорологические условия района, в котором планируется производить отбор проб для анализа.

В исследовании рассматривается применимость методов биоиндикации при оценке состояния окружающей среды относительно конкретного организма-биоиндикатора – берёзы повислой. Данное растение широко распространено на территории европейской части страны, а также обладает высокой чувствительностью к климатическим изменениям и загрязнению атмосферы [1].

При использовании биоиндикаторов необходимо выбрать фактор, при помощи которого будет производиться оценка состояния окружающей среды. Одним из таких факторов является флуктуирующая асимметрия - изменение строения листовой пластины под воздействием внешних воздействий.

Одним из таких факторов является температурный режим. При раннем потеплении ускоряется движение сока, активнее набухают почки, вследствие чего происходит сдвиг сроков прохождения этапов годичного цикла развития растения. При заморозках на начальной фазе формирования листовой пластины происходят некрозы и деформация молодых побегов. При аномальном повышении температуры происходит уменьшение листовых пластин, также возможен преждевременный листопад.

Влажность и осадки также имеют своё воздействие. И избыток, и дефицит влаги негативно влияет на состояние растений. В случае избыточных осадков листовые пластины становятся уязвимы развитию различных грибковых заболеваний, а при засухе – у скручиванию и засыханию [2].

Также стоит отметить и влияние ветров. При наличии постоянных сильных ветров растение развивается неравномерно, появляется асимметрия кроны. Также возможно травмирование коры и листовых пластин, что в свою очередь может привести к проникновению болезнетворных бактерий и грибов во внутреннюю структуру дерева.

Высокий уровень солнечной радиации и ультрафиолетового излучения негативно влияет на развитие листовой пластины. В растительной клетке наибольшему воздействию УФ-излучению подвержены хлоропласты, отвечающие за фотосинтез [3].

Берёза повислая является организмом, чувствительным к содержанию в воздухе оксида серы (IV), озона, различных оксидов азота, тяжёлых металлов, пыли, метеорологические условия, в свою очередь, имеют влияние и на загрязнение атмосферного воздуха.

Концентрация оксидов азота и серы в воздухе способствует формированию осадков повышенной кислотности. При этом распространение оксидов серы усиливается в безветренную погоду, а оксидов азота – в тёплые периоды года. Повышенные концентрации этих веществ наносят вред растениям и могут привести к некрозам листовых пластин, изменению цвета, появлению жёлтых и бурых пятен.

На концентрацию тяжёлых металлов и пыли в воздухе непосредственное влияние оказывает ветер. Чем больше скорость ветра, тем активнее происходит разбавление воздушных масс, содержащих поллютанты, но тем сильнее физическое воздействие твёрдых примесей на органы растения [4].

Таким образом, при определении величины показателя флуктуирующей асимметрии наравне с антропогенной нагрузкой следует учитывать и метеорологические факторы.

Библиографический список

1. Петункина, Л. О. Берёза повислая как индикатор качества городской среды / О. Л. Петункина, А. С. Сарсацкая. - Текст: электронный // СибСкрипт. - 2015. - №4-3 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/beryoza-povislaya-kak-indikator-kachestva-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 29.05.2025). - Режим доступа: Научная электронная библиотека CYBERLENINKA.

2. Белянин, И. М. Оценка состояния окружающей среды с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора / И. М. Белянин, Н. Н. Несмелова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2021. - № 21 (363). - С. 548-553. URL: <https://moluch.ru/archive/363/81331/> (дата обращения: 29.05.2025). - Режим доступа: Научная электронная библиотека CYBERLENINKA.

3. Воскресенская, О.Л. Влияние ультрафиолетовой радиации и параметров микроклимата на содержание пигментов в листьях березы повислой, произрастающей в условиях города / О. Л. Воскресенская, В. С. Воскресенский, Е. В. Сарбаева, О. А. Ягдарова. - Текст: электронный // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». - 2014. - №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ultrafioletovoy-radiatsii-i-parametrov-mikroklimate-na-soderzhanie-pigmentov-v-listyah-berezy-povisloy-proizrastayuschey>

у (дата обращения 28.05.2025). - Режим доступа: Научная электронная библиотека CYBERLENINKA.

4. Мазур, В.В. Особенности переноса тяжелых металлов воздушными массами. - Текст : электронный // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. - 2022. - №3 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-perenosa-tyazhelyh-metallor-vozdushnymi-massami> (дата обращения 28.05.2025). - Режим доступа: Научная электронная библиотека CYBERLENINKA.

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В АПК

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ»

УДК 338.43

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРЕХОВОДСТВА В МИРЕ

Аишур Махмуд Айман, аспирант кафедры экономики и организации производства, институт экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Mahmoudashoursy@gmail.com

Научный руководитель - Чутчева Юлия Васильевна, д.э.н., профессор кафедры экономики и организации производства, институт экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, yuv.chutcheva@yandex.ru

***Аннотация:** в данной статье рассматривается современное состояние на мировом рынке орехов и ведущие рынки Европы, Северной Америки и Азиатско-Тихоокеанского региона, а также выявляются наиболее важные факторы, способствующие росту рынка орехов в этих районах. Статья завершается анализом различных факторов, влияющих на рынок орехов, и наиболее важными выводами.*

***Ключевые слова:** Ореховодство, орех, рынок орехов, производство орехов.*

Объем рынка орехов оценивался в 57,01 млрд долларов в 2024 году и, как ожидается, достигнет 75,93 млрд долларов к 2029 году, при этом среднегодовой темп роста составит 5,90% в течение прогнозируемого периода (2024-2029 гг.) % [1].

Введение карантина из-за пандемии COVID-19 нарушило цепочку поставок орехов и привело к нехватке орехов. В то же время здоровое питание, включающее употребление орехов всех видов, привело к высокому спросу на орехи [3, 4].

Факторы, которые привели к увеличению спроса на орехи и росту рынка, можно резюмировать следующим образом [1, 4, 7]:

1. Развитие сектора пищевой промышленности;
2. Изменение потребительских предпочтений;
3. Изменения в образе жизни;
4. Увеличение численности населения, поскольку численность населения мира достигла 8 миллиардов человек в 2022 году, достигнет 8,5 миллиардов в 2030 году и 9,7 миллиардов в 2050 году;
5. Увеличение располагаемого дохода в различных регионах мира;
6. Растущая урбанизация по всему миру;
7. Растущее развитие индустрии ореховых снеков, особенно в развивающихся странах, таких как Китай и Индия;
8. Растущая популярность растительных диет, особенно среди молодёжи;
9. Публикация научных исследований, подчеркивающих пользу орехов и поощряющих их употребление.

Европа доминирует на мировом рынке орехов и занимает самую большую долю рынка. Рост рынка в этом регионе обусловлен несколькими причинами, которые включают в себя растущую осведомлённость о пользе орехов для здоровья, изменение предпочтений потребителей в отношении здоровой пищи и полезных закусок, изменение диетических тенденций, распространение вегетарианской и веганской диеты [4, 5, 6].

Великобритания, Германия, Франция и Италия являются одними из крупнейших рынков орехопродуктов в Европе [2].

Азиатско-Тихоокеанский регион является самым быстрорастущим рынком орехов. К факторам, которые привели к росту рынка в этом регионе, относятся Китай и Индия, имеющие широкую потребительскую базу для потребления орехов, что будет стимулировать региональный спрос, растущая обеспокоенность потребителей по поводу здоровья, растущий располагаемый доход населения и увеличение численности населения [5, 6].

Китай, Индия, Япония и Южная Корея являются одними из крупнейших рынков ореховой продукции в Азиатско-Тихоокеанском регионе [2].

Ожидается, что на долю Северной Америки будет приходиться значительная часть мирового рынка благодаря высокому располагаемому доходу в регионе, росту расходов на здравоохранение и благосостояние, растущему спросу на ореховые продукты благодаря их относительно низкому содержанию жира и наличию полезных жиров омега-3 [5].

По продуктам, прогнозируется, что миндаль будет приходиться наибольшая доля на рынке орехопродуктов. Рост рынка миндаля и увеличение спроса на него обусловлены его популярностью и доступностью по относительно доступным ценам, а также возможностью его использования в широком ассортименте продуктов, включая закусочные батончики, ореховое масло, хлебобулочные и кондитерские изделия [2].

Рынок грецких орехов будет также расти и факторами, способствующими росту рынка грецких орехов, являются высокая питательная ценность и польза для здоровья, растущая склонность потребителей к здоровому образу жизни, растущий спрос на полуфабрикаты, инновации в упаковке, постоянные разработки в области технологий

переработки грецких орехов и публикация диетических рекомендаций государственных органов в разных странах, таких как Австралия, США и Европейские страны, поощряющие потребление орехов.

Ожидается, что в период с 2023 по 2030 год сегмент фундука будет расти самыми быстрыми темпами [6]. фундук приобрел популярность благодаря отличительному вкусу, текстуре и питательной ценности, а также растущему спросу на него в качестве основного ингредиента наряду с расширением производства шоколада [7].

По каналам сбыта офлайн-сегмент лидировал на рынке с наибольшей долей рынка, которая в 2021 и 2022 годах достигла 80% и 79,2% соответственно. Ожидается, что офлайн-каналы останутся доминирующими в течение прогнозируемого периода благодаря лёгкому доступу к магазину и возможности физической проверки качества различных ореховых продуктов, а также усовершенствованию сетей каналов сбыта по всему миру [6].

Ожидается, что сегмент онлайн-каналов на мировом рынке орехов будет расти самыми быстрыми. К факторам, стимулирующим рост этого сегмента, относятся распространение электронной коммерции и растущее использование интернета для покупки потребительских товаров и продуктов питания, поскольку многие поставщики орехов предлагают товары на своих веб-сайтах, а также на платформах электронной коммерции, таких как Amazon и Ozon. С другой стороны, онлайн-покупки обеспечивают удобство и предлагают множество вариантов орехов, отвечающих разнообразным потребительским предпочтениям, включая различные сорта (миндаль, грецкие орехи, кешью и т.д.) вкусы (жареные, солёные и т.д.), размеры упаковки и т.д. [6, 7].

Что касается производства орехов, то США являются ведущей страной с долей рынка 22%, в то время как на Россию приходится менее 1% из-за низкой активности инвесторов в этой отрасли.

Что касается потребления орехов, то ЕС является крупнейшим потребителем древесных орехов, за ним следуют Китай и США.

Ниже приведён список некоторых из крупных производителей орехов в мире по состоянию на 2021 год:

Таблица 1

Крупнейшие производители орехов в мире

Страна	Орехи, произведённые
США	Грецкий орех, миндаль, фундук и пекан
Турция	Фундук и грецкий орех
Иран	Фундук, грецкий орех и миндаль
Индия	Кешью, миндаль и фундук
Китай	Грецкий орех и миндаль
Чили	Миндаль
Австралия	Грецкий орех и миндаль
Испания	Фундук и миндаль
Греция	Грецкий орех и миндаль
Бразилия	Пекан

Источник: Составлена автором по данным

Большинство производимых в мире орехов, включая 50% производства и потребления, составляют миндаль (30%) и грецкие орехи (20%). Орехи кешью и фисташки

занимают третье и четвертое места, на их долю приходится 16% и 16% мирового потребления орехов, а на пятом месте Фундук 12%.

Вот некоторые из основных видов орехов, объёмы их производства и потребления на мировом рынке к концу 2021 года:

Таблица 2

Производство орехов на мировом рынке

Орех	Объём производства	Крупнейшие производители
Грецкий орех	Около 800 тысяч тонн в год	США
Миндаль	Около 3 миллионов тонн в год	США и Испания
Фундук	1 миллион тонн в год	Турция, США и Италия
Кешью	Около 4 миллионов тонн в год	Индия и Вьетнам
Пекан	Несколько сотен тысяч тонн в год	США

Источник: Составлена автором по данным.

Существует множество факторов, которые считаются движущими силами рынка орехов, в том числе следующие [5]:

1. Повышение осведомлённости о состоянии здоровья;
2. Многообразие области применений (на кухне и для медицинских применений);
3. Изменения в производстве орехов, включая механизацию и инновацию;
4. Глобальное разнообразие;
5. Сегментация рынка;
6. Долгосрочная перспектива роста и её влияния на стратегические решения и инвестиции;
7. Динамика рынка орехов;
8. Нормативно-правовая база и изменения в нормативных актах;
9. Конкурентная среда;
10. Потребительский спрос.

Существует множество факторов, которые считаются проблемами, сдерживающими рынок орехов, и к ним относятся следующие [2, 5, 7]:

1. Неопределённость в ценах и доступности сырья;
2. Колебания цен орехов по нескольким причинам, таким как взаимодействие спроса и предложения, изменение климатических условий, проблемы с цепочкой поставок и т.д.;
3. Изменения в потребительских предпочтениях;
4. Глобальная компетенция;
5. Контроль качества и безопасность пищевых продуктов;
6. Защита окружающей среды.

Исходя из вышеизложенного, мы делаем вывод, что рынок орехов неуклонно растёт и потребность в увеличении производства орехов возрастает для удовлетворения растущего спроса, обусловленного ростом населения, изменением предпочтений, увеличением располагаемого дохода и усиливающейся урбанизацией поэтому необходимо количественно и качественно улучшить производство орехов, внедряя современные технологии и инновации.

Библиографический список:

1. Анализ размера и доли рынка орехов и мускатной муки – тенденции роста и прогнозы (2024–2029 гг.) [Электронный ресурс]: Информационный ресурс Mordor Intelligence - Режим доступа: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/nuts-and-nutmeals-market>
2. Nut Products Market [Электронный ресурс]: Информационный ресурс Polaris Market Research and Consulting - Режим доступа: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/nut-products-market>
3. Nuts Market Size, Growth & trends Forecast to 2030 [Электронный ресурс]: Информационный ресурс Straitsresearch - Режим доступа: <https://straitsresearch.com/report/nuts-market>
4. Ашмарина, Т. И. Качественный аспект продовольственной безопасности / Т. И. Ашмарина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2015. – № 3(67). – С. 51-55.
5. Бирюкова, Т. В. Органическая продукция: основные перспективы развития потребительских предпочтений / Т. В. Бирюкова // Образование и право. – 2020. – № 4. – С. 409-412.
6. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-4-144-156.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

УДК 338.1

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ АГРОБИЗНЕСА В КАЗАХСТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Белуsoва Полина Дмитриевна, студентка 3 курса бакалавриата факультета истории, экономики и права, Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, polina.belousova.05@list.ru

Цапова Ольга Александровна, к.э.н., доцент кафедры «Экономика, учёт и финансы», Северо-Казахстанский университет им. М.Козыбаева, 49320270@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается стратегия развития агробизнеса в Казахстане в условиях цифровой трансформации. Проанализировано текущее состояние агропромышленного комплекса страны, выделены ключевые барьеры на пути цифровизации отрасли, включая недостаток инфраструктуры, кадров и финансовых ресурсов. Представлены примеры успешной цифровой трансформации (AITAS, QazTracker, BaiBolsyn Solutions) и обозначены перспективные направления развития, такие как точное земледелие, автоматизация животноводства, цифровые карты и AgTech-стартапы. Работа может быть полезна для исследователей, специалистов в сфере АПК и разработчиков государственной аграрной политики.

Ключевые слова: агробизнес, цифровизация, агропромышленный комплекс, точное земледелие, AgTech, автоматизация, сельское хозяйство.

В современном мире аграрный сектор переживает стремительные изменения под влиянием цифровых технологий. Цифровизация становится ключевым фактором повышения эффективности сельскохозяйственного производства, устойчивости продовольственных

систем и конкурентоспособности национального агробизнеса. Для Казахстана, обладающего значительным аграрным потенциалом, цифровая трансформация агропромышленного комплекса (АПК) представляет собой не только вызов, но и стратегическую возможность.

Агросектор Казахстана сталкивается с рядом проблем — от климатических рисков до нехватки квалифицированных кадров и низкого уровня технологической оснащённости. В этих условиях применение цифровых решений, таких как точное земледелие, автоматизация процессов, мониторинг на основе IoT и использование агроплатформ, может обеспечить прорыв в повышении производительности и устойчивости отрасли.

Агропромышленный комплекс (АПК) Казахстана играет важную роль в национальной экономике, обеспечивая продовольственную безопасность, занятость в сельской местности и экспортный потенциал страны. По данным Министерства сельского хозяйства РК, на долю сельского хозяйства приходится около 5–6% ВВП, при этом в отрасли занято более 1,2 млн человек, что составляет примерно 13% экономически активного населения страны [3].

Казахстан обладает значительными природными ресурсами: более 200 млн га сельскохозяйственных угодий, из которых около 21 млн га используется под пашню. Однако эффективность использования этих ресурсов остаётся невысокой. Средняя урожайность по основным культурам значительно уступает показателям развитых стран, что связано с технологической отсталостью, износом техники и недостаточной механизацией процессов.

Среди ключевых проблем, сдерживающих развитие АПК, можно выделить:

- слабую интеграцию цифровых решений в производственные процессы;
- нехватку квалифицированных кадров, особенно в сфере AgTech;
- недостаточное финансирование аграрных исследований и разработок;
- дефицит инфраструктуры — как транспортной, так и цифровой (низкое качество интернет-соединения в ряде сельских регионов).

Несмотря на это, в последние годы предпринимаются системные усилия по модернизации отрасли. Так, в рамках государственной программы «Цифровой Казахстан» и Концепции цифровой трансформации на 2023–2029 годы определены приоритеты цифровизации АПК: внедрение систем точного земледелия, использование GPS-технологий, развитие аграрных платформ для учета и мониторинга, автоматизация животноводства и др. [3].

Кроме того, в Казахстане наблюдается рост интереса со стороны частного сектора. Примером может служить холдинг AITAS, внедряющий цифровые инструменты на всех этапах производственного цикла, а также стартап QazTracker, предоставляющий систему контроля за здоровьем и перемещением скота в режиме реального времени [1, 2].

Руслан Ильницкий, генеральный директор АО "Aitas KZ" — материнской компании холдинга AITAS — также выразил своё мнение по поводу выгоды от внедрения цифровых решений в АПК: «Начнем с ГСМ. Отслеживание (трекинг) всего транспорта, позволяет сэкономить порядка 20% на солярке, учитывая, что стоимость дизельного топлива сегодня выше, чем у 95 бензина. Эффективное использование семян, удобрений: ничего лишнего и все в точку. Немаловажен фактор эффективного использования земли. В принципе, это комплексная история. Даже в этот засушливый год, благодаря умным технологиям, рассчитываем на хороший урожай» [1].

Эффективность при внедрении цифровых технологий подразумевает рост качественных показателей до 30%, а также снижение затрат до 40%. Например, оптимизируются затраты при приобретении запчастей, обслуживании техники, в заработной плате и прочие. BaiBolsyn Solutions на основе запросов клиентов внедрил элементы ERP-системы – системы управления и документооборота внутри своей системы [4]. Это позволяет

вовлечь в процесс цифровизации относительно небольшие хозяйства, обрабатывающие до 10 тыс. га. В результате аграрии берут под четкий контроль все процессы производства.

«Можно отследить все процессы от момента формирования проблемы, например, поломки трактора, создания дефектного акта, до проверки запроса на запчасти, наличия их на складе. При отсутствии нужной запчасти формируется заявка на закуп, прослеживается работа инженерной службы, службы снабжения, вплоть до оплаты. Это будет максимально прозрачно и оперативно, и в дальнейшем будет проще рассчитать как себестоимость работы каждой машины и агрегата, так и себестоимость своей конечной продукции» — пояснил Абылайхан Ахметжанов, сооснователь и руководитель BaiBolsyn Solutions [4].

Несмотря на высокий потенциал цифровой трансформации агропромышленного комплекса (АПК) Казахстана, на пути её реализации существует ряд значительных препятствий. Эти барьеры носят как технологический, так и социально-экономический характер, и требуют системного подхода к решению. Рассмотрим основные барьеры цифровизации агропромышленного комплекса Казахстана (таблица 1).

Таблица 1

Основные барьеры цифровизации агропромышленного комплекса Казахстана

№	Проблема / Барьер	Содержание
1	Низкий уровень цифровой грамотности	Отсутствие знаний и навыков работы с цифровыми технологиями у фермеров, особенно в сёлах.
2	Дефицит квалифицированных кадров	Недостаток специалистов, сочетающих аграрные и IT-компетенции.
3	Слабая цифровая инфраструктура	Низкое качество интернета и мобильной связи в сельских регионах.
4	Высокая стоимость цифровых решений	Недоступность оборудования (дроны, сенсоры, GPS и т.д.) для малых и средних хозяйств.
5	Ограниченный доступ к финансированию	Сложности в получении кредитов и инвестиций на внедрение технологий.
6	Недостаточная интеграция между участниками экосистемы	Разобщённость между государством, бизнесом, наукой и сельхозпроизводителями.
7	Психологическое сопротивление изменениям	Недоверие фермеров к инновациям, приверженность традиционным методам ведения хозяйства.

Таким образом, несмотря на наличие государственной поддержки и успешных частных инициатив, цифровизация АПК в Казахстане сталкивается с множеством вызовов. Преодоление этих барьеров возможно только при комплексном подходе, включающем развитие инфраструктуры, повышение квалификации специалистов и создание доступной экосистемы цифровых решений для аграриев.

Цифровизация агропромышленного комплекса (АПК) Казахстана обладает значительным потенциалом для обеспечения продовольственной безопасности, повышения эффективности агропроизводства и устойчивого развития сельских территорий. Несмотря на существующие барьеры, в стране уже наблюдаются позитивные тенденции, которые позволяют говорить о реальных перспективах цифровой трансформации в агросекторе. Рассмотрим перспективные направления цифровизации агросектора Казахстана (таблица 2).

Таблица 2.

Перспективные направления цифровизации агросектора Казахстана

№	Направление	Описание и преимущества	Примеры

			реализации
1	Точное земледелие	Использование GPS, дронов, сенсоров и спутникового мониторинга для повышения урожайности и оптимизации ресурсов	AITAS Holding, проекты с дронами
2	Автоматизация животноводства	Внедрение датчиков и систем мониторинга состояния животных, отслеживания перемещения и здоровья	QazTracker
3	Цифровая инфраструктура	Расширение интернет-доступа, цифровых платформ (e-Agriculture, госуслуги), систем учёта и контроля	Программы в рамках Цифровой стратегии РК
4	Развитие AgTech-стартапов	Предоставление фермерам доступных цифровых решений от частных IT-компаний	BaiBolsyn Solutions, Astana Hub
5	Создание цифровых карт земель	Электронная кадастровая система с данными о состоянии почв, зонах орошения, составе земель	МИЦ РК, «Цифровая карта полей»
6	Системы электронного субсидирования	Упрощение доступа к господдержке через автоматизированные платформы	e-Agriculture, портал gosagro.kz

Для решения выявленных проблем, предлагаем решения по улучшению ситуации с цифровизацией агробизнеса в Казахстане:

1. Разработать и внедрить образовательные программы по AgTech.
2. Создать условия для финансирования цифровизации.
3. Обеспечить равный доступ к интернету и цифровой инфраструктуре.
4. Продвигать успешные кейсы и практики среди фермеров.
5. Усилить межсекторное взаимодействие.

Цифровизация агропромышленного комплекса Казахстана — это не просто тренд, а необходимое условие устойчивого развития сельского хозяйства в условиях современных вызовов [5]. Анализ текущего состояния показал, что при наличии значительного потенциала агросектор сталкивается с рядом барьеров: от низкой цифровой грамотности фермеров до слаборазвитой инфраструктуры в сельских регионах.

Тем не менее, Казахстан уже предпринимает активные шаги в этом направлении — реализуются государственные стратегии, появляются частные технологические инициативы, развиваются AgTech-стартапы.

Для ускорения цифровой трансформации необходимо сосредоточиться на развитии цифровой инфраструктуры, подготовке кадров, доступе к финансированию и межсекторной координации. Комплексный подход позволит превратить агросектор Казахстана в высокотехнологичную, устойчивую и экспортно-ориентированную отрасль.

Цифровое будущее казахстанского агробизнеса возможно — при условии стратегического планирования, устойчивой поддержки и готовности к изменениям со стороны всех участников отрасли.

Библиографический список

1. AITAS Holding. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aitas.kz/>, свободный. – Дата обращения: 28.05.2025.
2. BaiBolsyn Solutions. AgTech-решения для фермеров в Казахстане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://baibolsyn.kz/>, свободный. – Дата обращения: 28.05.2025.

3. QazTracker. Astana Hub – стартап по цифровому мониторингу скота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://astanahub.com/startups/qaztracker>, свободный. – Дата обращения: 28.05.2025.
4. О концепции цифровой трансформации Республики Казахстан на 2023–2029 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300032393>, свободный. – Дата обращения: 28.05.2025.
5. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156.
6. Цифровизация – перспективный сценарий сельского хозяйства // Informburo.kz [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://informburo.kz/stati/cifrovizaciya-v-selskom-xozyajstve>, свободный. – Дата обращения: 28.05.2025.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

УДК 338.431.1(06)

ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Богатченко Мария Владимировна, студент 1 курса магистратуры институт экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия, e-mail: marira_bog@inbox.ru

Чутчева Юлия Васильевна, д.э.н., профессор кафедры экономики и производства, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия, e-mail: yuv.chutcheva@yandex.ru

Аннотация: Статья направлена на выявление существующих устойчивых практик и возможностей комплексного развития сельских территорий в Российской Федерации. Цель статьи – разработать рекомендации для решения проблемы устойчивого развития сельских территорий и предложить зоны ответственности на пути реализации рекомендаций.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельские территории, устойчивое развитие, технологии АПК

Современная экономическая наука, практические примеры в государственном и коммерческом секторе финансов и рынка необходимо модифицировать, искать или создавать новые рынки ресурсно-сырьевой базы, методы и пути диверсификации промышленности и отраслей. На 2024 год для многих развитых стран с большим количеством трудовых и природных ресурсов инвестиционной привлекательным и прогрессирующим сектором становится сельское хозяйство, продовольствие и продовольственная безопасность.

Согласно статистическим данным “The Global Economy” в 2023 году доля сельского хозяйства в мировом ВВП составила 10,25%, что является прогрессивным показателем в части натурального хозяйства. В 2022 году Россия наряду с Аргентиной, Украиной и Европейским союзом вошли в пятерку стран-лидеров по экспорту зерновых культур, а Китай, Япония, Бразилия и США продемонстрировали рекордные значения по уровню государственной поддержки аграриев.

Перечисленные показатели имеют перспективу для роста в ближайшее десятилетие, однако такая цель должна быть обеспечена рядом условий или задач. Одним из самых важных аспектов является повсеместное или масштабное развитие сельских территорий и инфраструктуры, включая сохранение природных ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Целью настоящего исследования является выявление проблем устойчивого развития сельских районов в России и предложение путей их решения.

Первым шагом будет изучение нормативно-правовой базы:

Понятие “устойчивое развитие сельских территорий” определено в Федеральном законе от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» с изм. и доп. как «стабильное социально-экономическое развитие, увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции, повышение эффективности сельского хозяйства, достижение полной занятости сельского населения и повышение уровня его жизни, рациональное использование земель».

Более того, согласно тексту Указа Президента РФ № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» развитие регионов, диверсификация экономики, развитие натурального хозяйства и продовольствия является приоритетом для Российской Федерации.

Государственная программа установила порядок, цели и механизмы предоставления федеральных субсидий от Министерства сельского хозяйства РФ при поддержке Правительства РФ региональным и местным бюджетам субъектов РФ для планового развития сельского хозяйства, сельского туризма. Так методами софинансирования аграриев стали следующие: субсидии для малых и средних предпринимателей отрасли (чаще - для крестьянско-фермерских хозяйств) на покрытие расходов на обустройство и содержание предприятия, программа гранта “Агротуризм” на развитие соответствующего вида туризма при условии исполнения целевых показателей, указанных в Приказе Минсельхоза РФ от 02.03.2022 №116.

В рамках Государственной программы развития сельских территорий на 2020–2025 годы особое внимание уделяется не только сельским населенным пунктам, но также рабочим поселкам, которые имеют статус городских поселений или входят в городские образования. Это позволяет рассматривать эти территории как сельско-городские, что открывает новые возможности для их развития и модернизации.

Определение устойчивости ставит акцент на трех значимых приоритетах: социальном развитии, развитии многоуровневой экономики и тренда экологизации на национальном уровне. Соответственно, у региональных Правительств и Федерального центра стоит задача обеспечить высокое качество жизни местного населения, сохранить или восстановить природные ресурсы, культурное наследие, объекты народно-художественных промыслов (далее - НХП), а также создать условия для экономического роста территории. Критериями экономического роста назовем следующие положения:

- развитый и привлекательный инвестиционный климат;
- стабильно высокий уровень доходов населения;
- развитая инфраструктура, построенная с помощью государственного инвестирования и частных вложений от российских и иностранных компаний;
- наличие доступного финансирования, то есть кредитных программ для фермеров и малых предприятий, доступ к микрофинансированию;
- социальное развитие территории (учреждения среднего и общего образования, детские сады, больницы и поликлиники, дома культуры и др.);

- развитие сектора туризма и гостеприимства в регионе или на конкретной территории. В сельском хозяйстве данный тезис можно связать с понятием “экологического и агротуризма”, что предусматривает путешествия в сельские районы с возможностью приобщения к деятельности работников и владельцев КФХ и др.;
- условия для трудоустройства рабочего населения по месту жительства и возвращения молодежи;
- активное участие местного населения в принятии решений и развитии инициатив.

Многие деятели науки анализировали устойчивость сельской территории с позиции определенного приоритета. Представим данную информацию в табл. 1.1:

Таблица 1.1

Подходы к определению устойчивости сельских территорий

Приоритет	Ученые	Понятие устойчивости сельских территорий
Сельское хозяйство и лесное хозяйство, в т.ч. надзор за лесными ресурсами и территориями	В.М. Баутин, В.В. Козлов	Основными направлениями развития являются повышение производства сельскохозяйственной продукции, развитие инфраструктуры сельских территорий, развитие туризма и сферы услуг. Например, важным аспектом может быть поддержка развития местного производства стройматериалов и создание рабочих мест для местных жителей.
Развитие трудовых ресурсов и инвестиционного климата в агропромышленном комплексе (далее – АПК) РФ	А.А. Афонин	Принцип субсидиарности предполагает более широкое перераспределение полномочий между различными уровнями власти для оптимального развития сельского хозяйства. Например, местные власти могут более тесно сотрудничать с федеральными органами в целях развития агропромышленного комплекса и обеспечения продовольственной безопасности.
«Община» в сельской местности	И.Н. Буздалов	Увеличение продуктивности земельных угодий. Развитие инфраструктуры в сельской общине, поддержка сельскохозяйственных производителей и внедрение инновационных технологий позволяют повысить урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Повышение уровня жизни сельских жителей. Создание рабочих мест, развитие местного предпринимательства и социальной инфраструктуры, обеспечение доступа к образованию и здравоохранению способствуют улучшению качества жизни в сельской общине. Содействие

		экономическому развитию региона. Развитие сельской общины способствует росту экономики региона, увеличению объемов производства и экспорта сельскохозяйственной продукции, а также привлечению инвестиций

Источник: составлено автором на основе материалов источника

Таким образом, принципы устойчивости должны учитывать множество факторов и направлять экономическую модель с выгодой для всех ее субъектов.

В разных странах мира применяются различные стратегии и практики, направленные на улучшение качества жизни в сельских районах, то есть на применение практик устойчивого развития сельских территорий. Вот несколько примеров:

- 1) Швеция - Программа "Сельское развитие": Швеция активно развивает программы поддержки сельских территорий, направленные на устойчивое сельское хозяйство, защиту окружающей среды и развитие местной экономики. Существуют субсидии для фермеров, которые внедряют экологически чистые технологии.
- 2) Новая Зеландия - Инициатива "Долгосрочное устойчивое развитие": Здесь акцент делается на интеграцию сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Программы по восстановлению экосистем и поддержке местных сообществ помогают сохранить биоразнообразие и улучшать условия жизни местного сообщества.
- 3) Канада - Программа "Устойчивое сельское развитие": В Канаде активно поддерживают местные инициативы, направленные на развитие кооперативов и малых предприятий. Программы финансирования помогают создавать рабочие места и развивать инфраструктуру в сельских районах.
- 4) Германия - Проект "Устойчивые деревни": В Германии реализуются проекты, направленные на интеграцию различных секторов экономики (сельское хозяйство, туризм, экология). Это позволяет создать устойчивую экономику и улучшить качество жизни в деревнях.

Следующим шагом предлагается рассмотреть проблемы, препятствующие устойчивому развитию сельских территорий в РФ в табл.1.2:

Таблица 1.2

Проблемы устойчивого развития сельских территорий в РФ

Проблема	Сущность	Регион	Описание ситуации
Депопуляция	Уменьшение численности населения ведет к сокращению рабочей силы, снижению жизненного уровня и ухудшению качества жизни. Молодёжь уходит в города в поисках лучших возможностей, что приводит к	Республика Алтай	В Республике Алтай наблюдается значительное сокращение численности населения. По данным статистики, многие молодые люди покидают регион в поисках работы и образования в крупных городах, таких как Новосибирск или Барнаул.

	старению населения и уменьшению экономической активности.		
Экономическая неустойчивость	Низкий уровень доходов от сельского хозяйства и зависимость от субсидий и иных мер государственной поддержки. Закредитованность населения и отсутствие достаточного количества рабочих мест	Костромская область	В Костромской области многие фермерские хозяйства сталкиваются с трудностями в реализации продукции из-за отсутствия рынков сбыта и высоких затрат на производство. Это приводит к банкротству небольших хозяйств и сокращению рабочих мест.
Экологические проблемы	Загрязнение почвы и водоемов, снижение биоразнообразия ввиду деятельности крупных агрохолдингов, корпораций, промышленных предприятий, антропогенного воздействия	Тульская область	В некоторых районах Тульской области, особенно вблизи промышленных предприятий (в т.ч. Чернобыльской зоне), наблюдается загрязнение рек и почвы, что негативно сказывается на здоровье местных жителей и качестве сельскохозяйственной продукции.
Недостаток инфраструктуры	Плохое состояние дорог, отсутствие медицинских и образовательных учреждений, низкое качество объектов социальной инфраструктуры (дома отдыха, центры оказания государственных услуг и др.)	Забайкальский край	В отдаленных селах Забайкальского края часто отсутствуют качественные дороги, что затрудняет доступ к медицинским услугам. Местные жители вынуждены преодолевать большие расстояния для получения необходимой помощи, что иногда приводит к трагическим последствиям.
Социальная изоляция	Ограниченный доступ к информации и услугам, низкий уровень социальной активности, высокий уровень	Республика Тыва	Эти проблемы связаны с удаленностью, низкой плотностью населения и недостаточной транспортной инфраструктурой. В

	бюрократии на местах		результате многие сельские населённые пункты остаются изолированными

Источник: составлено автором на основе материалов источника

Решение перечисленных проблем базируется на комплексном подходе, что включает в себя поддержку, социального сектора, денежно-кредитных институтов, общественных организаций, внесение изменений в некоторые локальные или региональные нормативно-правовые акты. Предложим возможные пути решения проблемы устойчивого развития сельских территорий в РФ:

1. Агломерации для сельских жителей

Создание агломерации предполагает строительство инфраструктуры социальной сферы, в том числе предприятий здравоохранения, культурно-досуговых центров, а также объектов показа для потенциального развития туризма. Такой способ решения с привлечением средств государственной поддержки из регионального бюджета и частных инвестиций в виде трансферт от участников бизнес-сообщества данных агломераций сделает социальную инфраструктуру более доступной для местных жителей и привлечет дополнительные доходы путем стимулирования потребления.

2. Экологически устойчивые зоны

Выделение экологически устойчивых зон с запретом на формирование крупных агропромышленных комплексов внутри них. Данная инициатива предполагает консервацию особо приоритетных природных ресурсов внутри одной области и создание условий для комфортного проживания сельских жителей.

3. Государственное регулирование оплаты труда

Так, административные механизмы могут с помощью нормативно-правовой базы обязать работодателей из числа крупных предприятий сферы сельского хозяйства и продовольствия нанимать рабочих из числа местного населения и выплачивать им конкурентоспособную заработную плату, а также гарантировать социальные привилегии и удобства на период работы. Данная программа может быть софинансирована на первых этапах с помощью государственного сектора в виде государственно-частного партнерства.

4. Государственные программы финансирования сельского туризма

Создание государственных программ финансирования в виде субсидий и грантов для развития аграрного и экологического туризма. Такие программы могут повысить привлекательность сельских территорий, пригласить на них потенциальных потребителей, тем самым, увеличить доходы местного населения и вовлечь его в занятие просветительской, предпринимательской и иными виды деятельности на местах. Более того, такие программы могут стать исходной точкой для развития общественных организаций и кооперативов на территории села, что привлечет молодое население к участию в них и существенно снизит отток молодых специалистов и потенциальных кадров из сельской местности.

Таким образом, развитие сельских территорий в России представляет собой трудоемкую задачу, требующую комплексного подхода. Основные направления включают:

1. Экономическое развитие. Необходимо поддерживать и развивать аграрный сектор, стимулировать малый и средний бизнес, а также внедрять новые технологии в сельское хозяйство.
2. Социальная инфраструктура. Улучшение качества жизни на селе требует инвестиций в образование, здравоохранение, транспорт и доступ к современным услугам.

3. Экологическая устойчивость. Важно учитывать экологические аспекты при развитии сельских территорий, внедряя устойчивые практики земледелия и охраны окружающей среды.
4. Кадровая политика. Привлечение молодежи и специалистов в сельскую местность через создание рабочих мест и развитие программ по повышению квалификации.
5. Государственная поддержка. Эффективные меры государственной поддержки, включая субсидии и программы развития, могут способствовать улучшению экономической ситуации на селе.

В целом, успешное развитие сельских территорий в России возможно при условии интеграции экономических, социальных и экологических факторов, а также активном участии местных сообществ в процессах принятия решений.

Библиографический список

1. Федеральный закон "О развитии сельского хозяйства" от 29.12.2006 N 264-ФЗ
2. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2019 г. N 696 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Комплексное развитие сельских территорий" и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)
3. Семин А.Н., Стрелка Е.А. Анализ отношений, возникающих в процессе стратегического планирования развития сельских территорий // Этап: Экономическая теория, анализ, практика. 2019. № 3. С.74-85.
4. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
5. Федерации от 02.03.2022 № 116 "Об утверждении перечня целевых направлений расходования гранта "Агротуризм" (Зарегистрирован 01.04.2022 № 68028)
6. Харитонов А.В. Специфические особенности развития сельских территорий промышленно развитого региона // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2019. № 2(58). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38306757>.
7. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424.

УДК 631.115.1:004

АДАПТАЦИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ АПК

Бочарникова Виктория Николаевна, старший преподаватель кафедры экономики ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, viktory-843@mail.ru

Китаёв Юрий Александрович, профессор кафедры организации аграрного производства и менеджмента ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, yurgenk@inbox.ru.

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы цифровизации сельского хозяйства, темпы внедрения новых технологий, причины отставания в сравнении с другими отраслями.

Исследованы аспекты применения информационных технологий в деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств. Разработаны предложения по интеграции малых форм хозяйствования в процессы цифровой трансформации отрасли сельского хозяйства и экономики в целом.

Ключевые слова: *крестьянские (фермерские) хозяйства, цифровизация, сквозные технологии, оптимизация затрат, сокращение потерь.*

Развитие информационных технологий идет стремительными темпами во всем мире, оказывая влияние на все сферы жизни общества. Меняется характер коммуникаций как в межличностном общении, так и на уровне государств, стираются временные и географические границы. Экономика не является исключением, любые объемы информации возможно оперативно обработать с помощью цифровых технологий, их использование направлено на упрощение документооборота, качественное улучшение производственных и управленческих процессов. В целях сохранения конкурентоспособности, важно продолжать внедрение цифровизации во все отрасли экономики.

Россия, в сравнении с другими странами, имеет небольшие достижения в цифровом развитии, занимая 38 место из 63 в рейтинге Всемирного центра конкурентоспособности IMD по итогам 2022 года [6].

Скромные показатели обусловлены объективными причинами, лишь в 2017 году принята Стратегия развития информационного общества в РФ, выступающая документом долгосрочного планирования, закрепившая основные принципы, цели, направления в области цифровой экономики на период до 2030 года. Тогда как международный подход получил правовое закрепление в период 2000-2005 гг. с принятием Окинавской хартии глобального информационного общества в области цифровой экономики, Окинавской хартией глобального информационного общества Планом действий Тунисского обязательства [1].

Вместе с тем, проанализировав динамику использования предприятиями широкополосного доступа в интернет за период 2013-2023 гг., отметим положительную динамику в большинстве секторов экономики (рис. 1). В сфере оптовой и розничной торговли рост составил 10,1%, по обрабатывающим производствам 5,9%, в секторе обеспечения электрической энергией, газом, паром – 28,0%, в среднем по организациям всех сфер рост 16,2% (с 56,7% в 2013 г. до 72,9% к 2023 г). Отрасль сельского хозяйства значительно проседает на фоне остальных. Показательным является тот факт, что объектом статистического наблюдения как самостоятельная отрасль, она является лишь с 2019 года. За 5 лет исследований отмечается отрицательная динамика в 9,3% на конец 2023 года.

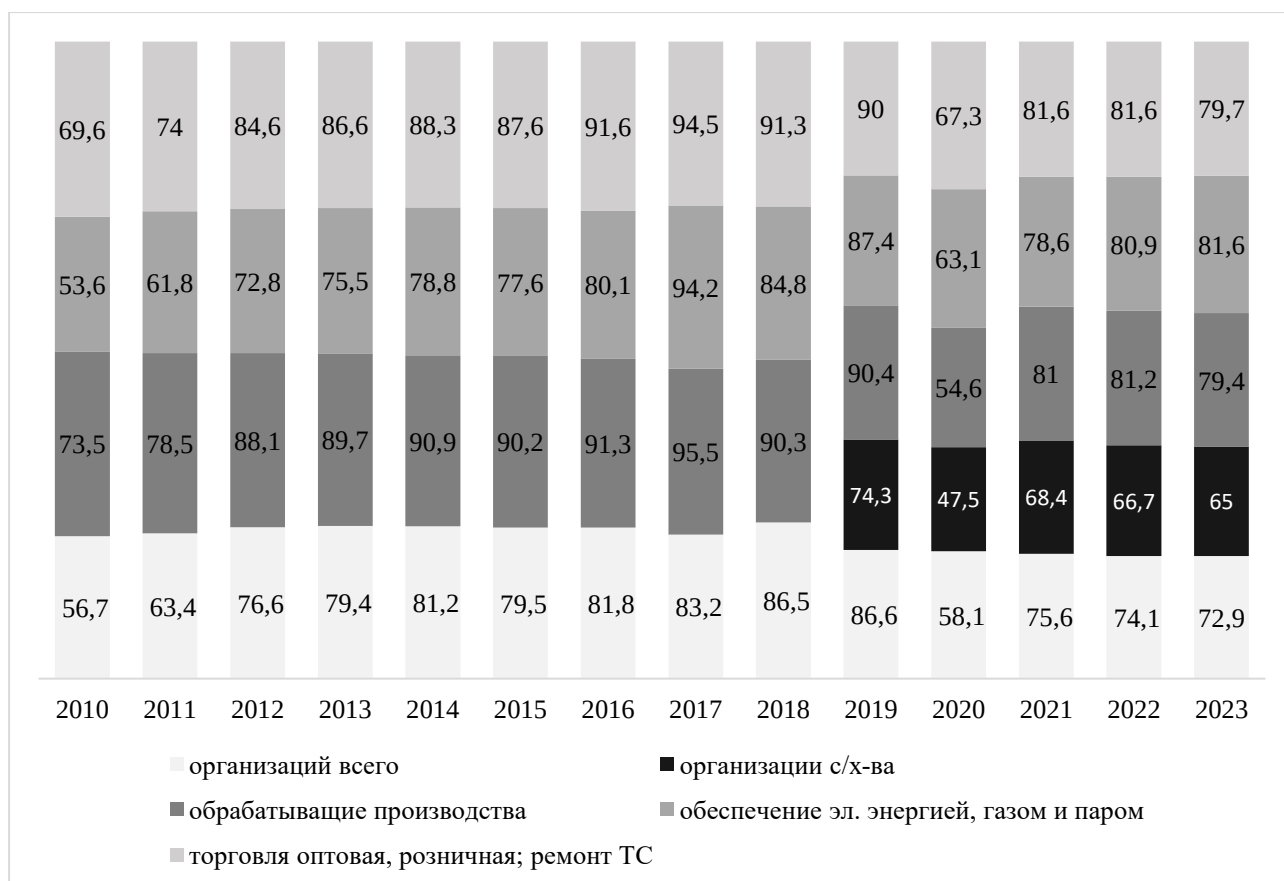


Рис. 1 Динамика использования организациями по ВЭД широкополосного доступа к сети Интернет, за период 2013-2023 гг., % [3, 5]

Отставание сельскохозяйственной отрасли от цифровизации обусловлено несколькими факторами. В первую очередь, географическим. Обширные территории нашей страны неравномерно развиты, по-прежнему остаются труднодоступные местности, ограниченные в транспортной сети и обеспеченности инженерными коммуникациями. Неоднородная плотность населения, еще один важный аспект, который необходимо регулировать с помощью мер государственной поддержки. Сохранение сельских поселений с достаточным числом жителей, обеспечение их социальными, культурными объектами, интернетом, мобильной связью, совершенствование дорожной сети, связь с районными центрами, приведет к сокращению перекося в развитии, создавая привлекательные условия для жизни в любом регионе РФ.

Аграрный сектор обладает большим потенциалом, который можно раскрыть с помощью внедрения искусственного интеллекта, однако, даже крупные участники рынка медленно адаптируются к новым условиям, не говоря о малых предприятиях, которые зачастую весьма далеки от новшеств.

Говоря о преимущественных целях использования технологий ИИ в 2023 году, лидирующими направлениями являются продажи (14,3%), производственные процессы (9,2%), управление персоналом (8,2%), менее всего используют в логистике (3,4%) [2].

Проанализировав структуру затрат предприятий на внедрение цифровых технологий, отметим, что в зависимости от вида экономической деятельности, они неравномерны (таблица 1).

Таблица 1

Структура затрат организаций на внедрение и использование цифровых технологий в 2023 году по ВЭД [6]

Виды экономической деятельности	Затраты, всего (млрд рублей)	из них затраты (млрд рублей)			
		Приобретение вычислительной и оргтехники	Приобретение телеком. оборудования	Приобретение ПО	Оплата услуг связи
	4 049,0	382,4	250,9	523,5	256,3
Сельское хоз-во	10,1	1,2	0,3	0,8	3,1
Обрабатывающие производства	368,7	35,3	7,9	54,7	14,4
Обеспечение эл. эн, газом, паром	113,8	12,3	5,7	11,9	8,6
Торговля опт/розница	197,5	24,9	5,1	31,1	17,0
Добыча полезных ископаемых	89,9	8,4	3,3	13,2	8,1
Транспортировка и хранение	290,9	19,9	16,5	20,0	36,0

В сельском хозяйстве основную часть средств направляют на оплату услуг связи (3,1 млрд рублей), в то время как затраты на приобретение ПО в 3,9 раза ниже и составляют всего 0,8 млрд рублей. Другие секторы экономики тратят гораздо больше по аналогичной статье затрат. В сравнении с иными отраслями, по объемам затрат в целом, отставание аграрного сектора с долей 10,1 млрд рублей в десятки, а то и в сотни раз. Сфера обрабатывающих производств (368,7 млрд рублей); сектор транспортировки и хранения (290,9 млрд рублей), торговля (197,5 млрд рублей).

Очевидно, что при высокой стоимости ИТ, их внедрение в сельское хозяйство возможно только при субсидировании со стороны государства. Вместе с тем, экономический эффект от использования цифровых технологий весьма высокий. Рассмотрим на примере отрасли растениеводства. Своевременный мониторинг состояния полей позволяет оперативно принимать меры, что сокращает потери урожая. По оценкам специалистов, на разных этапах производства зерновых теряется до 40% продукции, из которых 22% приходится на пахотные работы, семеноводство и выращивание [3].

Часть обозначенных проблем возможно решить с помощью беспилотных летательных аппаратов, которые положительно зарекомендовали себя у растениеводов. Однако, массовому использованию данного оборудования препятствует высокая цена. По данным Минсельхоза, в рамках реализации федерального проекта «Стимулирование спроса на отечественные беспилотные авиационные системы», за 2024 год выделено 35,15 млн рублей бюджетных средств на приобретение 26 таких систем. Для обеспечения аграриев необходимо закупать в десятки раз больше, но само появление такого проекта является важным шагом на пути цифровизации сельского хозяйства. [4].

По итогам 2023 года, посевная площадь РФ, возделываемая хозяйствами всех категорий, занимает 81 462 млн га, из которых 47 894 млн га задействовано под зерновые. Из них 26 205 млн га культивируют крестьянские (фермерские) хозяйства, в том числе 16 900 млн га занято зерновыми соответственно. За последние двадцать лет фермерам удалось увеличить свою долю в производстве зерна по стране в 3,7 раз с 8,4% в 2000 году до 30,8% к 2023 году, укрепив статус сельхозтоваропроизводителя [6].

В продолжение темы растениеводства, приведем данные экспертов о применении сквозных технологий, первое упоминание о которых было в 2019 году в рамках реализации программы развития цифровой экономики. Работа беспилотных систем на полях влечет за собой сбор большого количества данных, обработать которые и передать агрономам для последующего анализа позволит ИИ, в связи с чем актуальны промышленный интернет и технологии беспроводной связи. Состояние почвы, степень влажности, кислотности, органических веществ, другие параметры помогут определить специальные датчики, устройства, выстроив правильную систему обработки, ухода за посевами. Формирование тепловых карт полей, мониторинг за равномерностью всходов, своевременная фиксация заболеваний и предотвращение их распространения на здоровые посевы, снижает процент потерь урожая, а также расходы воды, реагентов и других материалов, задействованных в производстве [2].

Информационные технологии не обошли стороной и отрасль животноводства, где их применение позволит оптимизировать процессы учета, перемещения животных, вести мониторинг состояния здоровья поголовья, улучшить рацион, получить большую производительность.

При всех преимуществах использования новых технологий, необходимо учитывать степень технической готовности предприятий. Обширные территории сельскохозяйственных угодий, неравномерно обеспечены мобильной связью и интернетом (например, республика Калмыкия, Хакасия, Алтайский край). Сокращение цифрового неравенства между субъектами РФ является приоритетной задачей на ближайшие пять лет.

Процесс цифровизации К(Ф)Х должен быть обеспечен пропагандой среди населения, ведь значительная часть фермеров проживает и работает в сельской местности и далеки от современных технологий, узнавая про новшества только через средства массовой информации. Учитывая, что в нашей стране только происходит становление информационного общества, сознание многих предпринимателей, в особенности малого бизнеса, не готово к глобальной перестройке процессов производства, в виду чего работа должна носить комплексный характер.

Смещение акцента на интенсивное развитие говорит о переходе на новый уровень ведения сельскохозяйственного бизнеса в России. Рост объемов ИТ-рынка в АПК способствует повышению конкурентоспособности отрасли и укреплению продовольственной независимости страны. Перевод на цифровые рельсы фермерских хозяйств как наиболее уязвимых субъектов аграрного сектора экономики, возможен только при субсидировании за счет бюджетов различных уровней. Помимо укомплектования хозяйств необходимым оборудованием, необходимо организовать обучение фермеров и их работников, а также вести информирование через местные администрации об эффективности новых технологий, а также порядке их внедрения. Образовательный компонент должен стать неотъемлемой частью цифровизации аграрной отрасли, повышения грамотности занятых в сельском хозяйстве, освоения навыков. Вовлечение малых предприятий в общеэкономическую трансформацию позволит использовать их потенциал в дальнейших преобразованиях аграрного кластера.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» // «Собрание законодательства РФ», 15.05.2017, № 20, ст. 2901.

2. Дадалко В.А., Желябин Д.В. Применение сквозных технологий цифровой экономики в сельском хозяйстве // Государственная власть и местное самоуправление. 2021. N 10. С. 31 - 36.
3. Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/43904> (дата обращения: 19.05.2025).
4. Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2024 год [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/0e2/lipzc4kj90q2g0swbscxu6j5mc7e86rz.pdf?ysclid=mamkaom7fg383187361> (дата обращения: 23.05.2025).
5. Козлова Е.Б. Развитие методологии цивилистических исследований в условиях цифровой трансформации экономики // Право и цифровая экономика. 2024. № 3. С. 5 - 14.
6. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2024 – 630 с.

УДК 331.108

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Герасимов Владислав Олегович, соискатель кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», v.o.gerasimov@mail.ru

Аннотация: Проведен анализ влияния цифровой трансформации АПК на структуру занятости в аграрной сфере и требования к персоналу. Уделено внимание практическому применению цифровых технологий в управлении персоналом и обучении, способствующих развитию человеческого капитала в АПК. Составлен прогноз развития рынка цифровых технологий в АПК.

Ключевые слова: человеческий капитал, цифровая трансформация, агропромышленный комплекс, цифровые технологии, искусственный интеллект.

В современных агроэкономических процессах, автоматизация процессов, применение систем точного земледелия, использование больших баз данных, дронов, роботизированных систем и цифровых технологий становятся неотъемлемой частью современной аграрной экономики. В то же время, управление человеческим капиталом в условиях цифровой трансформации АПК становится ключевым фактором повышения эффективности и конкурентоспособности отрасли. Современные технологии трансформируют подходы к найму, обучению, мотивации и развитию персонала и открывают новые возможности для оптимизации процессов и достижения стратегических целей. По мере цифровой трансформации АПК, профессии, ранее считавшиеся исключительно физическими, становятся технологичными. Например, тракторист или агроном в цифровом хозяйстве уже должен уметь работать с GPS-навигацией, беспилотными летательными аппаратами, а также с программами управления полевыми работами. Появляются новые профессии, такие как операторы дронов, специалисты по анализу данных и IT-менеджеры. Это приводит к необходимости переквалификации и повышения квалификации существующих кадров [1, с.100].

Использование искусственного интеллекта помогает прогнозировать урожайность, выбирать оптимальные агротехнические мероприятия и составлять маршруты работы

сельхозтехники. Кроме того, искусственный интеллект способствует охране окружающей среды – с его помощью можно определить остаточную вместимость полигонов и выявить потенциальные источники загрязнений. Цифровые технологии позволяют в режиме реального времени контролировать важнейшие параметры - от уровня влажности почвы до физиологического состояния скота, а также своевременно реагировать на любые отклонения от нормы [2, с.394].

По данным Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации, внедрение роботизированных технологий в растениеводстве позволяет сократить затраты на удобрения, средства защиты растений и топливо примерно на 20%. В животноводстве активно применяются системы управления стадом и мониторинга состояния животных, а современные доильные установки уже используются половиной фермерских хозяйств страны. Более 60% крупных агрохолдингов и средних фермерских хозяйств применяют технологии точного земледелия, такие как спутниковый мониторинг полей. Применение этих решений обеспечивает прирост урожайности на 15–20%, экономию до 20% средств защиты растений, снижение затрат на технику в 4-5 раз [3].

Таким образом, современные условия требуют от аграрного сектора не только внедрения инновационных решений в производственные процессы, но и пересмотра традиционных подходов к кадрам, которые становятся главным драйвером изменений в условиях цифровой трансформации. Одной из ключевых сфер, где цифровые технологии проявляют себя наиболее результативно, является управление человеческим капиталом, так как одной из первых задач, которую решает цифровизация, является ускорение и оптимизация процессов найма и адаптации новых сотрудников. Традиционные методы подбора персонала – это длительные процедуры, связанные с ручной обработкой резюме, оценкой кандидатов и проведением интервью. Цифровизация позволяет значительно ускорить эти процессы, способствуя снижению затрат на кадровое администрирование. Благодаря таким системам время, затрачиваемое на подбор и оформление нового сотрудника, сокращается в среднем на 25–30%, а затраты на кадровый документооборот – почти на 40% [4, с.194].

С каждым годом увеличивается количество сотрудников, проходящих дистанционное обучение через специализированные образовательные платформы. По результатам мониторинга Министерства сельского хозяйства и Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, наибольшую эффективность в образовательной деятельности демонстрирует смешанный формат, объединяющий очное обучение и дистанционные технологии. Востребованность цифровых образовательных ресурсов особенно высока среди работников в отдаленных регионах, где очные формы обучения недоступны. Расширение цифровой образовательной инфраструктуры позволяет оперативно обучать сотрудников новым технологиям, включая работу с агродронами, системами спутникового мониторинга, GPS-навигацией, цифровыми картами полей, биометрическими системами контроля и другими инновациями, востребованными в АПК [5]. Согласно исследованию, проведенному российским разработчиком и интегратором ИТ-решений «Первый бит» в 2024 году, более 47% предприятий АПК России уже внедрили или находятся в процессе внедрения систем. Внедренные системы уже позволили автоматизировать и оптимизировать процессы управления персоналом (электронный документооборот, контроль за производительностью, оценка компетенций, базы данных кандидатов, автоматизация отбора и другие цифровые инструменты) [6].

По информации аналитического агентства ForkAgro, уже 32% аграрных компаний в России используют облачные решения для автоматизации бизнес-процессов, в том числе в

части управления персоналом. Это делает процессы управления персоналом более гибкими, прозрачными и доступными. Сотрудники могут через мобильные приложения оформлять заявки на отпуск, просматривать график работы, участвовать в опросах, повышать квалификацию и получать обратную связь от руководства. В свою очередь, для руководителей облачные решения позволяют отслеживать производительность работников в реальном времени, оперативно принимать решения и оптимизировать рабочие процессы [7, с.188].

Управление человеческим капиталом в условиях цифровой трансформации АПК уже сегодня оказывает положительное влияние на эффективность аграрного производства. Цифровизация способствует снижению затрат, улучшению качества управления, расширению кадрового потенциала и созданию инновационной среды внутри аграрных организаций. При этом критически важно не ограничиваться внедрением технологий ради технологий, а именно формировать цифровую культуру, в которой персонал становится не объектом, а активным участником процессов трансформации (таблица 1).

Таблица 1

Прогноз развития рынка цифровых технологий в АПК России*

Цифровая технология	Объем рынка в 2024 году. млрд. руб.	Прогнозируемый объем рынка в 2035 году, млрд. руб.	Комментарий с указанием прогнозируемого периода максимального роста
Интернет вещей	144,1	476,4	2025 год: Активное использование интернета вещей в работе сельскохозяйственных производителей
Искусственный интеллект	30,7	330	2030 год: Рост доступности технологии искусственный интеллект в АПК
Роботизация	12,2	34,9	2035 год: Укрупнение ферм и рост уровня роботизации
Геоаналитика	1,9	14,7	2030 год: Развитие коммерческого рынка дистанционного зондирования земли и рост доступности снимков

*Составлено автором на основе аналитики Strategy Partners [3, 8].

Перспективы использования искусственного интеллекта в развитии человеческого капитала в АПК заключаются в точности и персонализации процессов подбора и обучения персонала. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать резюме, проводить предварительные собеседования и оценивать соответствие кандидатов требованиям вакансии. Кроме того, искусственный интеллект может использоваться для создания адаптивных обучающих платформ, которые подстраиваются под уровень знаний и стиль обучения сотрудника [9, с.59].

Дефицит специалистов, обладающих как отраслевыми знаниями, так и цифровыми компетенциями, также остается существенным вызовом, который цифровая трансформация АПК способна решить. Согласно данным HeadHunter, на середину 2024 года отмечается нехватка квалифицированных кадров в сельском хозяйстве. Так динамика среднего числа активных вакансий значительно превышает среднее число активных резюме [10, с.107].



Рис. 1 Динамика среднего числа активных вакансий и резюме в профобласти «Сельское хозяйство» с января 2021 года по июль 2024 года

Уровень притока молодежи в отрасль остается недостаточным. Поэтому важным направлением становится привлечение и удержание молодых специалистов, способных осваивать и применять цифровые инструменты в условиях аграрного производства и работать во многих профессиях удалено или с помощью роботизированных машин и дронов. Это требует от субъектов экономики АПК не только повышения заработных плат, но и создания благоприятной цифровой рабочей среды, ориентированной на профессиональный рост и инновационное мышление как молодого, так и взрослого поколения [11, с.115].

Таким образом, управление человеческим капиталом в условиях цифровой трансформации АПК это не просто модернизация отдельных процессов, а переход к новому типу взаимодействия между людьми, технологиями и организациями. В ближайшие годы она будет играть всё более значимую роль в формировании конкурентоспособного, устойчивого и адаптивного агропромышленного сектора экономики страны [12]. А эффективный человеческий капитал будут способствовать стабильности и росту производительности в агропромышленном комплексе, обеспечивая продовольственную безопасность страны.

Библиографический список

1. Коптева Ж.Ю., Томакова И.А. Управление человеческим капиталом в условиях цифровой трансформации АПК // Вестник НГИЭИ. 2022. № 5 (132). С. 102–88.
2. Зубарева Ю.В. Цифровая трансформация в агропромышленном комплексе: новые возможности и вызовы для устойчивого развития / Ю.В. Зубарева // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 4 (153). – С. 391-395.
3. Цифровая трансформация [Электронный ресурс] // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации: сайт. – URL: <https://ac.gov.ru/news/page/cifrovizacia-ohvatyvaet-vse-bolse-otraslej-28039> (дата обращения 23.05.2025).

4. Герасимов В.О., Быков А.А., Шадринцева А.А. Особенности Формирования и развития человеческого капитала в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2024. – №. 4. – С. 186-197.
5. Автоматизация сельского хозяйства. [Электронный ресурс] // Первый бит: сайт. – URL: <https://syrgyt.1cbit.ru/company/news-syrgyt/488050/> (дата обращения 22.05.2025).
6. Ханмагомедов С.Г., Кудаева Б.Ш. Особенности формирования современного человеческого капитала в АПК // Проблемы развития АПК региона. – 2023. – № 2 (54). – С. 186-189.
7. Афанасьев, Е. В. Концептуальные основы развития агропродовольственного рынка Сибири / Е. В. Афанасьев, А. А. Быков, С. М. Головатюк // АПК: экономика, управление. – 2019. – № 8. – С. 40-49

УДК 338.4;658.4

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ НОВОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ООО «ПЕРВАЯ ЗЕЛЕНАЯ КОМПАНИЯ»

Ковалев Архип Александрович, магистрант кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, arhip_kovalev@mail.ru

Купцов Александр Алексеевич, магистрант кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alexandr.a.kuptsov@gmail.com

Научный руководитель - Бирюкова Татьяна Владимировна, к.э.н., доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tbiryukova@rgau-msha.ru

***Аннотация:** Работа посвящена актуальной как в теоретическом, так и в практическом плане теме. Каждая организация в процессе ведения своей операционной деятельности стремится к занятию лидирующей позиции на рынке при помощи введения новой продукции, повышения количества продаж, увеличения среднего чека и частоты покупок, что совокупно позволяет достичь наивысшей прибыли. Результаты работы направлены на выведение на рынок нового продукта под торговой маркой и брендом «МООЗИ» и достижение организацией рыночной доли в размере 5% от объема рынка функциональных продуктов питания к 2028 г.*

***Ключевые слова:** внедрение, продвижение продукта, экономический анализ, эффективность, маркетинг, развитие, потребитель, рынок, функциональное питание, стратегическое управление.*

«Первая зелёная компания» – это коммерческая организация, которая по своей организационно-правовой структуре является обществом с ограниченной ответственностью или ООО с уставным капиталом в размере 300 тыс. руб. Основное производство, а также офисные помещения находятся в городе Красноармейск Московской области. Организация была зарегистрирована 16 марта 2023 года. Организация является частью группы компаний, в которую также входят ООО «Пластик Он Лайн», являющаяся головной компанией, «ООО Флекс Крафт», «ООО Флекс Ритейл», «ООО «Ритейлснаб». Основными видами деятельности группы компаний является химическая промышленность и полиграфия. Направлениями деятельности организации ООО «Первая зелёная компания» являются:

- производство прочих пищевых продуктов, не включенных в другие группировки;
- производство сухарных хлебобулочных изделий, мучных кондитерских изделий;
- производство безалкогольных напитков; производство минеральных вод и прочих питьевых вод в бутылках;
- производство какао, шоколада и сахаристых кондитерских изделий;
- производство готовых пищевых продуктов и блюд;
- производство чая и кофе;
- производство готовых пищевых продуктов и блюд;
- переработка и консервирование фруктов и орехов
- прочие виды деятельности.

В настоящее время товарная номенклатура организации ООО «Первая зелёная компания» представлена 33 единицами отдельных продуктов из 5 ассортиментных групп, в которые входят аксессуары для продуктов питания (стеклянные бутылки, термкружки, ремочки и сумки-шопперы), а также смузи, для приготовления без блендера, и напитки.

Важно отметить тот факт, что в рамках своей коммерческой деятельности организация полноценно реализует только аксессуары для хранения продуктов питания, в то время как смузи и напитки являются новыми продуктами, находящимися на стадии внедрения на рынок. Смузи и напитки представляют из себя измельченные и спрессованные дольки пюре из экологически чистых фруктов, овощей и ягод без добавления искусственных добавок: рафинированного сахара, подсластителей, консервантов, красителей, загустителей и усилителей вкуса. Приготовление смузи и напитков осуществляется путем добавления теплой воды, молока или сока к долькам и взбалтывания. Всего насчитывается 8 вкусов смузи и 2 вкуса напитков, каждый из которых также выполняет определенную функцию, как, например, поддержание иммунитета, очищение организма, насыщение белками, антиоксидантами и др. [2,5]

Как отмечалось ранее, организации ООО «Первая зелёная компания» необходимо разработать стратегию внедрения нового продукта. Перед проведением анализа маркетинговой среды организации была сформирована гипотеза: целевой аудиторией продукции для поддержания здорового образа жизни и правильного питания будут люди молодого и зрелого возраста, придерживающиеся правильного питания, с доходом выше среднего, рассматривающие смузи как удобное и полезное дополнение к полноценному приему пищи. [4] С целью проверки данной гипотезы необходимо провести анализ внешней среды организации из результатов которого можно заключить, что наибольшее влияние на организацию оказывают новые конкуренты, что связано, главным образом, с высоким темпом роста данного сегмента рынка. Также достаточно сильное влияние на организацию оказывают товары-заменители, что связано с широким предложением товаров для поддержания здорового образа жизни и правильного питания, создающим для потребителя большую возможность выбора. Среднее влияние на деятельность организации оказывают потребители, а также действующие конкуренты и поставщики. [7]

Анализ радар конкурентоспособности показывает, что продукция организации является лидером по следующим конкурентным позициям: натуральность, хранение и приготовление, уникальность предложения, соотношение БЖУ, а также глубина ассортимента, тогда как к слабым позициям можно отнести консистенцию, бренд и коммуникацию, а также вкусовые характеристики. Упаковка занимает среднюю позицию относительно других организаций.

Для корректного формирования стратегии необходимо сформулировать конкретную измеримую цель, поставить задачи.

Целью стратегии является выведение на рынок нового продукта под торговой маркой и брендом «МООЗИ» и достижение организацией рыночной доли в размере 5% от объёма рынка функциональных продуктов питания к 2028 г. На основании цели, задач и представленных показателей заключим следующее: запланированное внедрение на рынок нового продукта представляет собой интегрированную стратегию по увеличению доли организации на рынке через реализацию уникального товара и расширения ассортиментных групп;

Поскольку новый вектор развития представляет собой достаточно узкий сегмент рынка продуктов питания, для разработки мероприятий наиболее подходящим вариантом будет выбор классической модели внедрения «4Р», ввиду простоты адаптации, обширного покрытия основных аспектов экономики, а также возможности проведения апробации. Общая программа и мероприятия будут построены в соответствии с элементами модели «4Р», которая представлена следующей структурой: Первичный анализ конкурентных преимуществ выявил два главных недостатка продукта: неяркий вкус в сравнении с конкурентами, неудобная упаковка. Учитывая тот факт, что при принятии решения о покупке смузи потребитель выделяет вкус в качестве значимого фактора (на 50-70% решение о покупке зависит от вкуса), необходимо увеличить уровень качества на 15% к 2028 г. Опираясь на тот факт, что целевая аудитория бренда «МООЗИ» представляет собой относительно узкую группу потребителей, слабо чувствительных к изменению цены, для достижения цели была выбрана стратегия «снятия сливок», предполагающая повышение цены реализации на 1,4% к 2027 г. и ещё на 3,6% – к 2028 г. Помимо прочего, высокая цена реализации позволит увеличить лояльность к бренду, поскольку подчёркивает общее качество продукта и его уникальные характеристики с точки зрения потребителя.

На данный момент организация располагает единственным каналом сбыта – онлайн-магазином. При реализации продукта через один канал сбыта достичь поставленной цели невозможно, вследствие чего были выбраны наиболее оптимальные каналы распределения, ранжированные по значимости для целевой аудитории: фитнес-центры. Продажи будут проводиться посредством размещения в каждом из двух залов вендинговых аппаратов; маркетплейсы и дарксторы. Для реализации смузи и напитков через интернет были выбраны популярные сервисы доставки «Самокат» и «Ozon fresh».

Продвижение представляет собой наиболее широкий комплекс мероприятий, состоящий из мероприятий интернет и трейд-маркетинга, к которым относятся ведение социальных сетей. Ведение будет включать в себя: создание, добавление и обновление контента, взаимодействие с аудиторией и анализ обратной связи, проведение конкурсов. Формирование бюджета мероприятий основано на средней заработной плате трудового рынка Москвы; Создание бота для группы в «Telegram». Бот представляет собой программу, способную к ведению диалога с пользователем через получение и анализ текстовых сообщений команд кнопочных форм, с дальнейшим формированием релевантного ответа за короткий отрезок времени. Функционал бота включает: ответы на часто задаваемые вопросы, сбор лидов и передача их в CRM-систему, предоставление пользователям информации об ассортименте, организация рассылок, предоставление персонализированных акций и подарков, поддержка послепродажного обслуживания.

Для оценки запланированных мероприятий необходимо произвести расчет эффективности их реализации за все 3 года реализации проекта, проводимого для достижения основной цели. На основании анализа можно заключить, что внедряемая стратегия является эффективной ввиду положительного значения чистого дисконтированного дохода (NPV), величина которого составит 1060,9 тыс. руб. на конец

2028 г., тогда как показатель внутренней нормы доходности (IRR) составит 39%, что является высоким результатом роста денежных средств. Величина индекса рентабельности инвестиций (PI) составит 1,07, что является удовлетворительным результатом. Таким образом, результат анализа эффективности предложенных мероприятий указывает на реализуемость стратегии.

Библиографический список

1. Ашмарина Т.И., Энкина Е.В., Стратегическое планирование деятельности АПК как основа конкурентоспособности организации // Известия ТСХА. – 2021. – № 1. – С. 87-97
2. Ашмарина, Т. И. Качественный аспект продовольственной безопасности / Т. И. Ашмарина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2015. – № 3(67). – С. 51-55.
3. Бирюкова Т.В. Основные аспекты разработки маркетинговых стратегий как элемент обеспечения конкурентоспособности организаций АПК // Известия Международной академии аграрного образования. – 2019. – № 45. – С. 119-122.
4. Коноплева, Ж. В. Применение маркетинговых технологий продвижения товаров предприятиями АПК в условиях развития цифровой экономики / Ж. В. Коноплева // Международный научный журнал. – 2018. – № 2. – С. 33-42.
5. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-4-144-156.
6. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций/ В. А. Якименко, Н. А. Ягудева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43.

УДК 338.2

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Кожич Елизавета Александровна, магистр 2 курса института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, liza-cat@inbox.ru@yandex.ru
Махожев Эдвард Мухадинович, магистр 2 курса института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, makhozhev@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается система экологической безопасности, как компонент устойчивого развития. Исследуются ключевые факторы, важнейший влияющие на экологическую безопасность, определяются их взаимодействия и рекомендации по повышению её эффективности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, устойчивое развитие, агропромышленный комплекс, конкурентоспособность

Деятельность сферы агропромышленного комплекса напрямую связана с биологическими системами, природными ресурсами и живыми организмами, и, конечно, оказывает на них непосредственное влияние. Так, основными средствами на сельскохозяйственных предприятиях и организациях являются земля, вода, леса, биосфера. Безграмотное ведение сельского хозяйства и отсутствие нормативно-правового контроля за этим с экологической точки зрения может привести к крайне негативным последствиям: ухудшение биологического разнообразия, деградация почв и их загрязнение, снижение качества жизни людей, живущих в близлежащих населенных пунктах, загрязнение воды и воздуха вредоносными выбросами, накопление токсичных соединений растениями и др.

Если организация сельскохозяйственного предприятия не ознакомлена с экологическими нормами и на нем не проводятся регулярные экспертизы по экологической безопасности, то есть риск того, что антропогенный фактор плохо скажется и на тех ресурсах, которые предприятие регулярно использует, тем самым уменьшая доход и качество продукции, которую оно воспроизводит. И речь идет не только о крупных предприятиях, но и о личных подсобных хозяйствах [3].

На данный момент государство поддерживает биологизацию и ориентированность на экологическую составляющую производств путем создания и нормативно-правовых актов, контроля за их соблюдением и введение новых государственных программ. Все это способствует получению продукции, экологически безопасной для потребителя. Для этого в сельскохозяйственных организациях активно внедряют инновационные технологии в областях растение- и животноводства, вводят новые методы в пищевую отрасль. Большое внимание уделяется использованию земель, ведь процент деградировавших почв в России достаточно велик. Необходимо также следить за отсутствием загрязнения водных ресурсов, так как это отразится не только на деятельности предприятия.

Любая отрасль производства связана с воздействием на окружающую среду, но сильнее всех – агропромышленный комплекс, из-за наиболее тесной взаимосвязи с природой. С деятельностью агропромышленного комплекса можно связать такие негативные процессы как большое потребление сырья и его обработка, использование большого количества энергоносителей, загрязнение грунтовых вод, обработка почв, способствующая их деградации, переуплотнение почв, использование пестицидов, а также образование разного рода выбросов и отходов, в том числе биологических, которые достаточно сложно утилизируются. В совокупности эти факторы могут стать настоящей проблемой не только для текущего предприятия, но и для близлежащих населенных пунктов, целой области или округа. Для предупреждения таких потенциальных биологических проблем и предотвращения негативного влияния антропогенного фактора на биологические системы и природные ресурсы необходим постоянный экологический контроль производства.

В таком случае объектами, которые регулярно используются сельскохозяйственным предприятием, становятся природные ресурсы (почва, вода, леса, воздух), живые организмы (микробиота почвы, сельскохозяйственные животные, культурные растения, участвующие непосредственно в текущем посеве) [2].

Увеличение потребности в пищевых ресурсах в мире влечет за собой постоянное увеличение объемов и масштабов агропромышленных производств. За увеличением количества и величины сельскохозяйственных предприятий следует и большее использование богатств природы – почвы, воды, а вместе с тем их загрязнение пестицидами,

минеральными удобрениями, не прошедшими предварительную обработку стоками животноводческого хозяйства, отходами, связанными с перерабатывающей деятельностью. Биологические производства всегда связаны также с образованием не утилизируемых отходов. С производствами, использующими почву, всегда следуют такие негативные последствия как загрязнение почвы топливом, уменьшение разнообразия почвенной биоты вследствие обработки почвы, переуплотнение почвы из-за использования машинной техники и другие.

В связи с этими рисками Законодательство Российской Федерации ввело нормы и накладывает обязательства на предприятия агропромышленного комплекса за то, чтобы способствовать сохранению плодородных почв, в том числе сельскохозяйственных.

Следует помнить, что поддержание биологически безопасного, экологически чистого производства возможно только при четком следовании нормам, технологического и органолептического характера, установленным государством, а также при способствовании предотвращения различного рода биологических угроз антропогенного характера на каждом этапе сельскохозяйственного производства (производство – переработка – потребление).

При ведении органического, экологически чистого сельского хозяйства применяют следующие меры:

1. Использование отходов животноводческой отрасли как удобрений. После компостирования навоз возможно использовать в качестве удобрения. Он отлично обогащает почву азотом и другими элементами. Стоит помнить, что в чистом виде животные отходы могут оказывать токсическое действие.

2. Отсутствие в производственном цикле антибиотиков, пестицидов и минеральных удобрений. Следует отдавать предпочтение биоудобрениям и пестицидам биологического, а не синтетического характера.

3. Соблюдение севооборота. Чередование культур на поле способствует обогащению почвы. Разные культуры имеют разные поглотительные способности для различных необходимых элементов. Бобовые способствуют обогащению почв азотом.

4. Замкнутый цикл производства способствует тому, чтобы минимизировать количеств разного рода отходов, перечисленных выше. Это необходимо для того, чтобы минимизировать негативное, токсическое влияние отходов.

5. Ведение точного сельского хозяйства. Оно основывается на использовании инновационных цифровых технологий по оценке засоренности, урожайности, недостатке элементов, болезнях растений [4].

Существуют такие системы как технологии дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), технологии переменного нормирования (Variable Rate Technology), технологии оценки урожайности (Yield Monitor Technologies). Все это способствует рациональному использованию природных ресурсов, более точечному применению агрохимикатов и пестицидов, а соответственно снижению их использования. Тем самым снижается химическая нагрузка на почву и количество долго не разлагающихся, аккумулирующихся в почве веществ [3].

При проведении аналитической оценки экологизации конкретного предприятия используют следующие критерии:

Количественные показатели. Такие показатели характеризуют экономико-экологические параметры предприятия и его состояние, а также результаты хозяйственной деятельности.

Качественные показатели. Такие показатели дают нам сведения о том отсутствуют или присутствуют те или иные экологические параметры.

Внедрение индикаторов экологической безопасности должно быть системным, должны быть охвачены все возможные риски загрязнения, и зафиксированы посредством определенных показателей.

Экологическая безопасность может быть охвачена с разных сторон. Одним направлением рассмотрения экологичности конкретного предприятия является соответствие нормативам, выставленным государством, по предельным допустимым концентрациям, выбросам и уровням тех или иных веществ. Другим направлением стоит назвать эффективность мероприятий и методов, предпринятых организацией для обеспечения создания экологически чистой продукции.

Для обеспечения экологической безопасности использует ряд информационно-аналитических инструментов. Были выделены следующие инструменты:

- Система мониторинга загрязнения окружающей среды. На предприятии устанавливать датчики, которые контролируют уровень загрязнения воздуха, воды и почвы. Данные датчики позволяют определить наличие источников загрязнения и принимать меры по их устранению.
- Система управления рисками. На предприятии проводится анализ опасных производственных факторов и возможных аварийных ситуаций. Кроме того, на предприятии проводятся регулярные инспекции и проверки, чтобы минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций.
- Система управления экологической безопасностью. На предприятии разработана политика экологической безопасности, которая определяет основные принципы и цели деятельности предприятия в этой области. Кроме того, на предприятии проводятся обучающие программы и инструктажи по экологической безопасности.
- Система управления энергосбережением. На предприятии введена система управления энергосбережением, которая позволяет снизить расходы на электроэнергию и воду.

Грамотная организация экологической безопасности на предприятии позволит избежать привлечения к ответственности, сократить расходы организации и увеличить доходы, в значительной степени определить конкурентоспособность, повысить предпринимательскую и инвестиционную привлекательность предприятия.

Библиографический список

1. Ашмарина, Т. И. Качественный аспект продовольственной безопасности / Т. И. Ашмарина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2015. – № 3(67). – С. 51-55.
2. Баранов, В. В. Экологическая безопасность: учебное пособие / В. В. Баранов. — М.: Юрайт, 2018. — 312 с.
3. Григорьев, А., Иванова, Т., Петрова, М. Механизмы обеспечения экологической безопасности в России // Экология и промышленность России. — 2020. — №3. — С. 45-52.
4. Гусев, А. А. Основы экологической безопасности / А. А. Гусев. — М.: Академический проект, 2017. — 256 с.
5. Кузнецов, В. И., Лебедева, Н. В., Тарасов, А. В. Экологическая безопасность: теория и практика / В.И. Кузнецов, Н.В. Лебедева, А.В. Тарасов. — М.: Наука, 2020. — 384 с.
6. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е.

- В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-4-144-156.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

УДК 336.714:338.43

ESG-ИНВЕСТИРОВАНИЕ, КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АПК

Костин Никита Сергеевич, магистр 2 курса института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nikita-kostin-2012@bk.ru.

Научный руководитель - Ягудаева Наталья Алексеевна, к.э.н., доцент кафедры экономики и организации производства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.yagudaeva@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье рассматриваются перспективы и проблемы ESG инвестирования в сельскохозяйственный сектор экономики. Так как АПК вносит существенный вклад в государственную экономику, закрывает продовольственную потребность населения и особенно нуждается во внедрении современных ESG-практик.

Ключевые слова: ESG, устойчивое развитие, зеленые облигации, инвестирование, альтернативные источники энергии.

Цель данной статьи выявить ключевые тенденции, барьеры и перспективы внедрения ESG инвестиций в АПК. Ведь с учетом современных экономических, экологических вызовов и перестройки устоявшихся торгово-экономических отношений, необходимость имплементации ESG концепций в современный АПК невозможно переоценить. Тем не менее, такого рода практики зачастую требуют высоких капитальных вложений, и социально ответственное или ESG-инвестирование, является эффективным инструментом финансирования социально и экологически значимых проектов.

Постепенное осознание прямой корреляции воздействия бесконтрольных бизнес процессов и сферы деятельности человека на экологию и общество, привело к распространению практики социально ответственного инвестирования (инвестирования с учетом влияния на экологию и социум) по всему миру, как на уровне частных инвестиционных фондов, так и на государственном и межгосударственных уровнях [2].

Тем не менее, основным драйвером любого рода инвестиций является экономическая выгода в среднесрочной или долгосрочной перспективах. За отсутствием экономической обоснованности, инвестиции в те или иные отрасли производства, (какими бы необходимыми они не были) являются нецелесообразными [3].

Изменение менталитета, удешевление современных технологий, новые логистические цепочки и нововведения в законодательства стран, введение международных правил, привели к тому, что на сегодняшний день, социально ответственное инвестирование стало (в основном своем) выгодным для потенциальных инвесторов.

В 2004 г впервые возникло понятие ESG, которое включило в себя окружающую среду, социальные и управленческие факторы. Со временем, это понятие стало неотъемлемой частью концепции устойчивого развития.

Соответственно, ESG инвестирование - это подход к инвестированию, при котором учитываются не только финансовые показатели, но и влияние компании на окружающую среду, общество и качество корпоративного управления [5].

Согласно отчету экспертов, объем мирового рынка инвестиций в ESG оценивается на конец 2024 г оценивается в 29,86 трлн долларов США, а согласно прогнозу Bloomberg, к 2034 году, может достигнуть 167,49 трлн долларов США при среднегодовом темпе роста 18,82% [1].

Проблема устойчивого развития для предприятий АПК является особо актуальной для всего мирового сообщества, ввиду двоякого характера их функционирования.

Около 25% парниковых газов (Score 1, Score 2, Score 3) выделяемых в ходе жизнедеятельности людей и функционирования предприятий приходится на сельскохозяйственный сектор экономики.

К Score 1 относятся выбросы принадлежащие непосредственно подотчетным фабрика и домохозяйствам.

К Score 2 включает в себя выбросы с территории домохозяйства, совершаемые объектами собственности компаний, принадлежащих 3-им лицам.

К Score 3 – относятся к транспортным средствам, не входящим в автопарк домохозяйства, а также фугитивные выбросы от складов хранения сельскохозяйственной продукции и последствий ее “неправильной” утилизации. Доля распределения выбросов ПГ в АПК представлена в таблице (таблица 1).

Таблица 5

Доля распределения выбросов ПГ в АПК

Категория	Доля выбросов (%)	Основные источники
Score 1	40-60%	Навозохранилища; выбросы сельхозтехники; энтеральная ферментация.
Score 2	5-15%	Электроэнергия; тепловая энергия.
Score 3	30-50%	Производство удобрений; транспортировка сырья; упаковка и логистика.

При этом, АПК является одним из крупнейших потребителей электроэнергии. Доля в глобальном энергопотреблении оценивается в 30%, если учитывать не только прямые затраты (топливо, электричество), но и косвенные (производство удобрений, логистику, переработку).

Значимость АПК как сектора экономики, невозможно переоценить, по данным ВШЭ, при сохранении положительной динамики и темпа роста, к 2030 году мировой объем производства продукции АПК может достигнуть 9300 млрд долларов.

При этом, именно сельскохозяйственная отрасль обеспечивает население продуктами питания и способствуют развитию сельских территорий. Ввиду тренда на увеличение населения (по прогнозам ООН, к 2030 году население Земли составит 8,5 млрд. человек) и ухудшающейся экологической обстановки (общемировая деградация почв достигла 33%), современный АПК нуждается в полной модернизации его технологической базы. Что приведет к значительным издержкам, покрыть которые зачастую возможно, только благодаря привлечению дополнительного финансирования. В таком ключе, ESG инвестиции могут выступить необходимым инструментом для устойчивого развития АПК.

Как было отмечено выше, деятельность АПК является невероятно энергозатратной, что не только наносит ущерб окружающей среде, но и “выливается” в серьезные затраты.

Согласно статистике, в среднем, одно домохозяйство расходует порядка (5000 кВтч) электроэнергии в год, в процентном соотношении, это порядка 10% от общих доходов предприятия или фермы.

Поэтому одним из самых перспективных и критически важных направлений модернизации АПК, является поиск и использование альтернативных источников энергии (биогаз, ветряные мельницы, солнечные батареи).

Например, имплементация биогазовой установки может снизить затраты на энергию фермы на 80%. Со средним сроком окупаемости 5-7 лет.

ПАО «Группа Черкизово» имплементировав биогаз наряду с другими ESG проектами, смогла в 2021–2022 гг. показать рост выручки (более 15% год к году) и выйти на уровень дивидендной доходности 5–7% (до 2022 года). К сожалению, из-за введенных санкций, дивиденды, как и рост выручки компании, сократились.

В качестве альтернативного источника энергии, крупная российская компания ФосАгро начала активно использовать солнечные панели, которые генерируют до 25 кВт/ч. Окупаемость панелей, очень сильно варьируется в зависимости от региона. На юге страны (где и испытывают проект) окупаемость солнечных батарей в среднем составляет 5 лет, а в северных субъектах страны 10-12 лет.

Несмотря на выгоду в долгосрочной перспективе, и положительный экологический эффект, такого рода проекты очень часто остаются на ранних этапах планирования ввиду высокой входной стоимости и достаточно долгого периода окупаемости.

Особенно сильно, эта проблема затрагивает малый бизнес, фермы, для которых покупка и дальнейшая эксплуатация высокотехнологичного оборудования за счет своих активов, без привлечения дополнительных ассигнований - невозможна. В Иркутской области и Краснодарским крае, ввиду низких тарифов на электроэнергию, использование альтернативных источников энергии не выгодно.

С недавнего времени Минсельхоз стал субсидировать различные энерго и ресурсосберегающие проекты (биогазовые установки, системы точного земледелия, водосберегающие технологии) в виде компенсации до 50% от общих затрат предприятия.

Как уже было сказано ранее, финансирование проектов социально-экологической направленности в условиях АПК, имеет свою специфику, для таких проектов применение стандартных источников финансирования не подходит ввиду относительно низкой рентабельности и длительного срока окупаемости таких проектов.

Такая специфика, актуализирует потребность АПК в привлечении ESG облигаций. За последнее пятилетие, объемы размещения облигаций возросли больше, чем в 10 раз.

Так, например, РСХБ выпустил зеленые облигации общим объемом в 10 миллиардов рублей (для энергоэффективных проектов, органического земледелия и переработки отходов).

Подобная тенденция характеризуется несколькими преимуществами. Во-первых, EZO-облигации в отличие от стандартных облигаций в условиях АПК позволяют получить финансирование по более низкой процентной ставке. Во-вторых, из-за повышенной заинтересованности инвесторов расширяется их база. В-третьих, подобные инструменты позволяют удовлетворить запросы всех заинтересованных сторон, будь то непосредственно клиенты, кредиторы или собственники. Что делает ESG-облигации выгодными для всех заинтересованных сторон [4].

Несмотря на все плюсы, облигации, как и другие инструменты ESG инвестирования в АПК, на сегодняшний день имеют свою специфику и недостатки:

- внешнеэкономические ограничения. Санкции, наложенные на РФ, серьезно ограничивают доступ к инновационным технологиям на базе которых и сроятся современные ESG решения, что делает инвестирование невозможным;
- гринвошинг: с учетом спроса на зеленую продукцию, часть компаний, задействованных в сельскохозяйственной деятельности манипулируют показателями ESG отчетов и используют недостоверную информацию для привлечения инвестиций;
- технологические и инфраструктурные ограничения. Перечисленные выше альтернативные источники энергии требуют специальных “условий” для полноценной эксплуатации. Биогазовые установки требуют постоянный приток перерабатываемого сырья, поэтому их эффективность существенно снижается зимой. Солнечные батареи в Российских реалиях показывают максимальную эффективность в отдельно взятых субъектах (солнечные панели в северных регионах (Архангельск, Мурманск) вырабатывают на 60% меньше энергии, чем на юге);
- зависимость от природных условий. При расчете экономической эффективности инвестиционного проекта, нужно обязательно брать во внимание изменения климата и возможные стихийные бедствия;
- наличие сезонности. Главной специфической особенностью сельскохозяйственной деятельности является сезонность.

ESG-инвестиции в АПК – являются необходимостью для устойчивого развития отрасли. Компании, внедряющие ESG-практики, получают доступ к новым источникам финансирования, снижают риски и укрепляют доверие потребителей.

В ближайшие годы значение ESG в агросекторе будет только расти, но к сожалению, несмотря на необходимость соблюдения принципов ESG, инвестиции во внедрение некоторых экологически и социально значимых проектов - просто экономически не целесообразны. Современные технологии, которые зачастую являются базисом модернизации АПК, ввиду технологических ограничений, внешнеэкономических барьеров и других факторов - невозможны и вынуждены быть отложены на более поздний срок.

Библиографический список

1. Зайцев А. Г., Хапилина С. И. Перспективы развития концепции ESG в условиях АПК //Вестник аграрной науки. – 2022. – №. 2 (95). – С. 120-125.
2. Котова В. А., Середина М. И. ESG–трансформация и устойчивое развитие: современные тенденции //Инновационная наука. – 2024. – №. 1-2. – С. 80-85.
3. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-4-144-156.
4. Чувычкина И. А. ESG-инвестирование: мировой и российский опыт //Экономические и социальные проблемы России. – 2022. – №. 1 (49). – С. 95-110.
5. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424.
6. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – Москва: ООО "Сам полиграфист", 2024. – 175 с.

7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

УДК 338.2

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Молошникова Анна Дмитриевна, магистр 2 курса института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, anna.1371.m@yandex.ru

Бирюкова Татьяна Владимировна, к.э.н., доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tbiryukova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматривается адаптация традиционных методов анализа к новым условиям, обусловленным внедрением цифровых технологий. Исследуются ключевые факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность, включая инновационные подходы, автоматизацию процессов и использование данных для принятия обоснованных решений.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, устойчивое развитие, инвестиции, цифровая трансформация, конкурентоспособность

В настоящее время сельское хозяйство одна из ключевых отраслей экономики, обеспечивающая продовольственную безопасность и устойчивое развитие. Сельскохозяйственные организации постоянно сталкиваются с необходимостью принятия решений об инвестициях для повышения эффективности производства, увеличения прибыли и обеспечения конкурентоспособности. Однако процесс оценки инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных предприятий может быть сложным и требующим значительных усилий. Для упрощения этого процесса и повышения качества принимаемых решений может быть разработана информационная система, специально адаптированная для автоматизации расчетов и анализа инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных организаций.

Существующие сегодня подходы к оценке уровня инвестиционной привлекательности организации очень разнообразны. Каждый содержит уникальный набор критериев и определенные способы расчета. Так, например, одни определяют абсолютную инвестиционную привлекательность конкретной организации по наличию прибыли от вложенных средств за отчетный период, другие вычисляют относительное значение, сравнивая фактические данные компании с нормативными значениями или с другими предприятиями отрасли. В ряде случаев оценка инвестиционной привлекательности основана на вычислении определенного интегрального показателя или прогнозировании денежных потоков. Все существующие подходы оценки инвестиционной привлекательности предприятия имеют свои преимущества и недостатки. Они могут давать различные результаты, однако их сочетание и взаимодействие обеспечивают более всестороннюю оценку.

Основополагающими факторами при отборе инвесторами компаний, в которые они будут вкладывать собственные средства, выступают те, которые отражают его стабильное развитие в долгосрочной перспективе, финансовую устойчивость, учитывают процессы,

происходящие во внешней среде. Также, проанализировав различные аспекты инвестиционной привлекательности организации: интерпретации понятия, влияющие на нее факторы, методы ее оценки, можно заметить, что мнения большинства авторов схожи в части связи инвестиционной привлекательности с финансовым состоянием. По этим причинам ключевым элементом оценки инвестиционной привлекательности является анализ финансовой устойчивости и платежеспособности компании.

Возьмем за основу модель классификации предприятий по платежеспособности. В соответствии с набранным количеством баллов, исходя из фактических значений основных финансовых показателей, определяется рейтинг исследуемых организаций по уровню финансового риска [1]:

I класс – предприятия с хорошим запасом финансовой устойчивости, позволяющим быть уверенным в возврате заемных средств;

II класс – предприятия, демонстрирующие некоторую степень риска по задолженности, но еще не рассматриваются как рискованные;

III класс – проблемные предприятия. Здесь вряд ли существует риск потери средств, но полное получение процентов представляется сомнительным;

IV класс – предприятия с высоким риском банкротства даже после принятия мер по финансовому оздоровлению. Кредиторы рискуют потерять все свои средства и проценты;

V класс – предприятия высочайшего риска, практически несостоятельные.

Критерии оценки финансового состояния отображены в таблице 1.

Таблица 6

Критерии интегральной оценки финансового состояния организации

Критерий	Границы классов согласно критериям					
	I (балл)	II (балл)	III (балл)	IV (балл)	V (балл)	
Коэффициент абсолютной ликвидности	$\geq 0,25$ (20)	0,16 – 0,24 (16)	0,11 – 0,15 (12)	0,06 – 0,1 (8)	0,05 (4)	$<0,05$ (0)
Коэффициент быстрой ликвидности	≥ 1 (18)	0,9 (15)	0,8 (12)	0,7 (9)	0,6 (6)	$<0,6$ (0)
Коэффициент текущей ликвидности	≥ 2 (16,5)	1,7 – 1,9 (12)	1,4 – 1,6 (7,5)	1,1 – 1,3 (3)	1 (1,5)	<1 (0)
Коэффициент финансовой независимости	$\geq 0,6$ (17)	0,54 – 0,59 (12)	0,43 – 0,53 (7,4)	0,41 – 0,42 (1,8)	0,4 (1)	$<0,4$ (0)
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	$\geq 0,5$ (15)	0,4 (12)	0,3 (9)	0,2 (6)	0,1 (3)	$<0,1$ (0)
Коэффициент обеспеченности запасов собственным капиталом	≥ 1 (15)	0,9 (12)	0,8 (9)	0,7 (6)	0,6 (3)	$<0,6$ (0)
Границы в баллах	100 – 94	93-65	64-52	51-21	20-1	0

На следующем этапе проведем оценку влияния показателей устойчивости на эффективность использования активов организации с помощью семифакторной модели, которая представлена произведением ряда показателей: рентабельность продаж, оборачиваемость оборотных активов, коэффициент текущей ликвидности, соотношение краткосрочных

обязательств и дебиторской задолженности, соотношение дебиторской и кредиторской задолженности, доля кредиторской задолженности в заемном капитале, соотношение заемного капитала и активов. Чем выше значение рентабельности в течение длительного периода, тем компания привлекательнее [2].

В рамках данной модели производится факторный анализ по методу цепных подстановок с применением абсолютных разностей по формулам (1 – 7):

$$R_a = (a_1 - a_0) \times b_0 \times c_0 \times d_0 \times e_0 \times f_0 \times g_0 \quad (1)$$

$$R_b = a_1 \times (b_1 - b_0) \times c_0 \times d_0 \times e_0 \times f_0 \times g_0 \quad (2)$$

$$R_c = a_1 \times b_1 \times (c_1 - c_0) \times d_0 \times e_0 \times f_0 \times g_0 \quad (3)$$

$$R_d = a_1 \times b_1 \times c_1 \times (d_1 - d_0) \times e_0 \times f_0 \times g_0 \quad (4)$$

$$R_e = a_1 \times b_1 \times c_1 \times d_1 \times (e_1 - e_0) \times f_0 \times g_0 \quad (5)$$

$$R_f = a_1 \times b_1 \times c_1 \times d_1 \times e_1 \times (f_1 - f_0) \times g_0 \quad (6)$$

$$R_g = a_1 \times b_1 \times c_1 \times d_1 \times e_1 \times f_1 \times (g_1 - g_0) \quad (7)$$

где:

R_i – влияние i -го фактора на изменение рентабельности активов;

a – рентабельность продаж;

b – оборачиваемость оборотных активов;

c – коэффициент текущей ликвидности;

d – соотношение краткосрочных обязательств и дебиторской задолженности;

i – соотношение дебиторской и кредиторской задолженности;

f – доля кредиторской задолженности в заемном капитале;

g – соотношение заемного капитала и активов.

Чтобы оценить прибыльность предприятия, также используем коэффициент Тобина, который показывает, является ли бизнес или рынок переоцененным, или недооцененным [3].

Для расчета данного коэффициента используем формулы 8 – 10:

$$\text{Коэффициент Тобина (Кт)} = \frac{\text{Рыночная стоимость активов}}{\text{Балансовая стоимость активов}} \quad (8)$$

$$\text{Рыночная стоимость активов} = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Коэффициент капитализации}} \quad (9)$$

$$\text{Коэффициент капитализации} = \frac{\text{Долгосрочные обязательства} + \text{Краткосрочные обязательства}}{\text{Собственный капитал}} \quad (10)$$

при этом:

$K_T = 1$ – рыночная стоимость активов совпадает с балансовой стоимостью активов компании, что бывает довольно нечасто.

$K_T > 1$ – рыночная стоимость активов превышает балансовую и отражает неизмеримые или не поддающиеся учёту активы компании. Чем выше значение коэффициента Тобина, тем инвесторы больше вкладывают в капитал данной компании, так как он стоит дороже, чем за него было заплачено.

$K_T < 1$ – рыночная стоимость активов меньше балансовой, рынок недооценил компанию.

Чем больше деятельность компании диверсифицирована, тем ниже к ней доверие со стороны рынка и тем меньше коэффициент Тобина, в отличие от компаний, сосредоточенных на одном виде деятельности.

Любая предпринимательская деятельность и коммерческое начинание стремятся к достижению положительных финансовых результатов, в частности, к получению прибыли. Инвестиции могут иметь различные цели, включая социальные и экологические, однако их

основная цель всегда заключается в достижении максимального эффекта. Поскольку эффект всегда должен быть соотнесен с исходной базой, основной задачей является достижение максимальной эффективности и рентабельности [1]. Поэтому на заключительном этапе оценки инвестиционной привлекательности предлагаем оценить основные показатели рентабельности (рентабельность продаж, рентабельность собственного капитала, рентабельность активов, рентабельность продукции, рентабельность совокупного капитала) в динамике. В зависимости от значения рентабельности, выделяют следующие категории:

- рентабельность больше 30% — сверхприбыльный бизнес;
- рентабельность 20–30% — высокорентабельный;
- рентабельность 5–20% — среднерентабельный;
- рентабельность 1–5% — низкорентабельный;
- рентабельность 0–1% — порог рентабельности;
- рентабельность меньше 0% — убыточный бизнес.

Одним из дополнительных преимуществ представленной методики является возможность ее автоматизации. Информационная система позволит в разы упростить метод оценки разных организаций на перспективность вложений инвестиций. Главная логика данной информационной системы, в том, что приложение принимает на вход параметры и данные и по ним формирует отчет, делает выводы, строит графики и, исходя из этих данных, пользователь, который использует эту программу, может оценить, насколько перспективен для вложений объект его внимания [3]. Ниже представлены некоторые результаты оценки инвестиционной привлекательности сельскохозяйственной организации с использованием информационной системы (рис. 1).

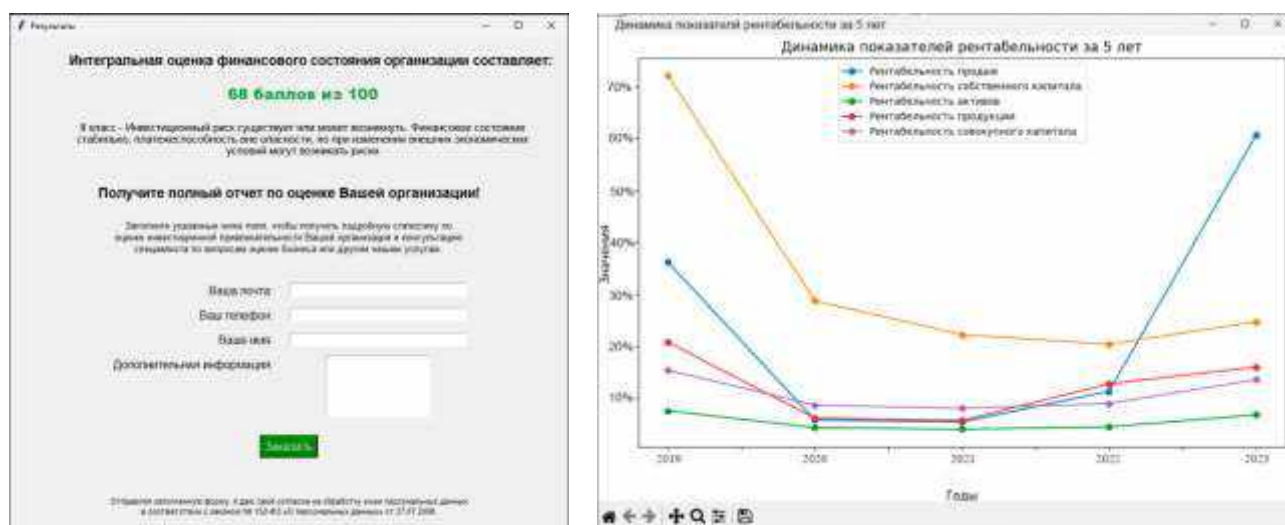


Рис. 1 Результаты использования ИС

Программа демонстрирует высокую эффективность в решении поставленных задач, обеспечивая точные результаты и значительно ускоряя процесс принятия решений. Её функциональность позволяет учитывать разнообразные параметры и условия, что способствует более глубокому и всестороннему анализу. Автоматизация расчетов инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных организаций не только повышает качество анализа и принятия решений, но и способствует оптимизации рабочего процесса и улучшению результативности деятельности организации.

В условиях быстро меняющегося рынка и технологических инноваций, цифровая трансформация становится неотъемлемой частью стратегии повышения инвестиционной

привлекательности сельскохозяйственных организаций. Она позволяет оптимизировать процессы, повысить эффективность производства и улучшить качество продукции. Внедрение современных технологий, таких как Big Data, IoT и искусственный интеллект, предоставляет новые возможности для повышения эффективности управления ресурсами и улучшения производственных процессов. Это, в свою очередь, способствует привлечению инвестиций. В будущем, с учетом продолжающейся цифровизации, можно ожидать дальнейшего роста интереса инвесторов к сельскому хозяйству, особенно к тем организациям, которые активно внедряют инновации и адаптируются к новым условиям рынка.

Библиографический список

1. Государственная поддержка коммерциализации инновационной продукции Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы: Аналитический обзор / В. А. Войтюк, Н. П. Мишуров, О. В. Кондратьева [и др.]; Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – 80 с.
2. Кожич, Е. А. Информационная система для автоматизации расчетов оценки инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных организаций / Е. А. Кожич, А. Д. Молошникова // Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024: СБОРНИК ТРУДОВ, приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции, Москва, 20 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 261-267. – EDN FDGVKW.
3. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-4-144-156.
4. Цифровые технологии в сельском хозяйстве / В. И. Хоружий, А. В. Уколова, В. В. Демичев [и др.]. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – 234 с. – ISBN 978-5-9675-2056-3. – EDN FZBLXE.
5. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424.
6. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.
7. Яныцзы, С. Цифровые технологии в АПК Китая / С. Яныцзы, Т. И. Ашмарина // Физика и современные технологии в АПК: материалы XI Всероссийской молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников с международным участием, Орел, 19 февраля 2020 года. – Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2020. – С. 355-359.

УДК 631:004:33(574)

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ КАЗАХСТАНА

Омирбеков Руслан Усенович, соискатель кафедры [экономики и организации производства](#), ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ruto9190@mail.ru

Научный руководитель - Водяников Владимир Тимофеевич, д.э.н., профессор кафедры экономики и организации производства, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия, vtvodyannikov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы и перспективы цифровизации в аграрном секторе, направленной на обеспечение устойчивого развития экономики республики, повышение производительности труда, эффективности управления, интенсивное ведение производства в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: аграрный сектор, цифровизация, электронные технологии, инфраструктура, эффективность управления.

Ключевые направления развития Казахстана, определяют ориентиры для различных отраслей экономики. Так, основным индикатором для аграрного сектора является производство сельскохозяйственной продукции, удельный вес которой в валовом внутреннем продукте должен вырасти за это время в 5 раз и развить экспортный потенциал. Другие государственные программы рассматривают агропромышленный комплекс как неотъемлемую часть национальной экономики и отрасль, государственное регулирование которой находится в центре внимания правительства и общества.

В рамках государственной программы развития агропромышленного комплекса республики, поставлены девять стратегических задач, направленных на обеспечение устойчивого развития сельских территорий и достижение глобальных целей по повышению экономического роста и повышению качества жизни, решению проблем в области изменения климата и охраны окружающей среды. Их решение возможно при разработке системы мер организационного, технического, технологического, финансового, кадрового и информационного характера.

Связующим элементом этой системы является цифровизация отрасли, которая позволила создать агроэкологические системы, основанные на технологических достижениях науки, с учетом ресурсов и экономических, правовых особенностей экономики, сложившейся практики государственной поддержки отрасли.

Аграрный сектор стал одной из отраслей, где в меньшей степени проявились сельскохозяйственная продукция и карантинные ограничения, связанные с приданием особого статуса производству и реализации продуктов питания.

Материалы и методы исследования. Информационной базой стали государственные программы по развитию агропромышленного комплекса на 2022-2024 годы в части определения показателей развития отрасли, а также государственная программа "Цифровой Казахстан", являющаяся основой политики внедрения цифровых технологий, в том числе в аграрном секторе.

В ходе исследования использовались экономико-статистические, логические, аналитические методы, а также оценочные и сопоставительные методы.

В качестве информационной базы использованы данные Бюро национальной статистики Агентства Республики Казахстан по стратегическому планированию и реформам, нормативные и регулирующие документы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, материалы официальных изданий международных организаций, информация сайта официальных партнеров Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по внедрению цифровых технологий в агропромышленном комплексе республики. Также были

использованы планы Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан, отечественные и зарубежные публикации, статьи из периодических изданий, информационные ресурсы открытого доступа.

Результаты и их обсуждение. Новое тысячелетие началось с представления Целей устойчивого развития (ЦУР) до 2030 года и введения национальных приоритетов Организации Объединенных Наций, охватывающих интересы развитых, развивающихся и бедных стран, поддерживаемых мировыми лидерами. За это время стратегические программы и планы развития республики были ориентированы на реализацию. Здесь определены цели и меры, направленные на их достижение.

Агропромышленный комплекс (АПК) обеспечивает продовольственную безопасность и продовольственную безопасность сельскохозяйственной продукции, обосновывает экономическую активность в отрасли и формирует привлекательность сельских территорий, участвуя в развитии производственной и социальной инфраструктуры.

Агроэкологические подходы к ведению сельского хозяйства являются связующим звеном в достижении целей глобального развития и обеспечивают справедливый доступ к пищевым продуктам при одновременном снижении воздействия на климат и окружающую среду. В то же время малым и средним хозяйствам, способным диверсифицировать производство агропродукции с меньшими затратами, необходим широкий доступ к рынкам, кредитам и финансам. Фермерские хозяйства могут сократить расходы, получив доступ к рыночной информации, данным о климате и производстве [1].

Цифровое сельское хозяйство стало сознательной необходимостью. Внедрение цифровых технологий на производственном, региональном и республиканском уровнях является ключевым элементом, позволяющим собирать и агрегировать данные, составлять прогноз производства агропродукции и оценивать рынок сбыта, объемы государственной поддержки и анализировать влияние на внешнюю среду (таблица 1).

Таблица 1

Направления оцифровки данных в сельском хозяйстве для сокращения выбросов

Снижение спроса на потребление продуктов питания	Интенсификация производства сельскохозяйственной продукции	Сокращение выбросов, являющихся источником агросектора
Снижение производственных затрат и пищевых отходов	Повышение урожайности сельскохозяйственных культур	Повышение эффективности использования азота в результате оптимизации сбора, хранения и использования биоотходов
Переход на рацион с преобладанием растительной пищи	Повышение продуктивности пастбищ	Сокращение выбросов, связанных с производством энергии
Отказ от производства биотоплива	Борьба с деградацией сельскохозяйственных земель	Поддержка цифровой инфраструктуры, необходимой для распределения энергии и повышения доступности

Примечание: составлено по данным источника [2]

Очевидно, что реализация этих направлений зависит от мер стимулирования, принимаемых на государственном уровне. В этой связи в рамках национального проекта по

развитию агропромышленного комплекса на 2021-2025 годы, разрабатываемого профильным ведомством, необходимо провести анализ экономического воздействия производства сельскохозяйственной продукции с учетом индексов ЦУР. Проведение этих работ возможно в результате исследований Организации экономического сотрудничества и развития с учетом концепции производительности, которая рассчитывает "отношение объема измерения выхода к объему измерения использования ввода" [2]. Основная проблема проведения такого анализа-недостаточная достоверность данных с точки зрения отдельных хозяйств.

Республиканская сельскохозяйственная перепись 2006-2007 годов позволила привести в порядок статистическую базу по сельхозтоваропроизводителям и занимаемым площадям, имеющейся сельскохозяйственной технике и поголовью скота, биопродуктам. Кроме того, для внедрения цифровых технологий Министерством сельского хозяйства совместно с местными исполнительными органами должен быть разработан алгоритм информирования сельских тружеников о возможностях таких систем и активном участии в сборе данных.

Программа действий ЦУР предусматривает использование существенных признаков, данных сельскохозяйственных переписей, полученных в результате разграничения генеральной совокупности, и дополнительных сведений. Статкомитет Содружества Независимых Государств разработал рекомендации по ведению сельскохозяйственной статистики, в том числе с использованием интероперабельных космических данных наблюдений за Землей [3,4]. Их соблюдение позволяет унифицировать и сравнивать большие данные экономик стран, интегрированных в торговые отношения.

Активное использование цифровых технологий способствует улучшению качества жизни в сельской местности и исключает границы между городом и деревней. Способствует интеграции продовольственных комплексов с размещением потребителей и предлагает инновационные решения для продвижения сельскохозяйственной продукции от электронных заказов и поставок до разработки технологической упаковки. Устойчивое развитие аграрного сектора предполагает повышение производительности труда и создание лучших условий для повышения качества жизни в сельской местности. За последние три года сложившийся рост производства валовой продукции сельского хозяйства отмечается на 15% при ежегодном росте производительности труда в отрасли на 17%, сокращении численности работников на 1-3% (таблица 2).

Таблица 2

Показатели развития аграрного сектора Казахстана

Показатели	Года		
	2022	2023	2024
Валовая продукция сельского хозяйства, трлн. тенге	4,5	5,2	6,3
Производительность труда, тыс. тенге	2076,6	2466,0	2959,2
Индекс цен на сельскохозяйственную продукцию (к предыдущему году), %	107,8	115,9	115,3
Индекс цен на продукцию производственно-технического назначения (к предыдущему году), %	110,5	108,8	105,6
Индекс тарифов на автотранспортные перевозки грузов (к предыдущему году), %	118,5	114,9	Н.д.

Примечание: составлено по данным источника [4,5]

В настоящее время в отрасли реализуются отдельные проекты по достижению запланированных показателей развития цифровизации и созданию системы мер по переходу

на электронные услуги. Например, зондирование сельскохозяйственных угодий, системы глобального позиционирования, "умные теплицы", предоставление кредитов через кредитные союзы и т. д.

Как отмечают эксперты, внедрение цифровых технологий может увеличить рост производства продукции в 2022 году на 1/3 [5,8]. Разработанная программа Е-АПК включает более 200 инвестиционных проектов, обслуживаемых ТОО "TerraPoint" и партнерскими компаниями "AgroStream". Оценка гарантийного обеспечения в управлении агропромышленным комплексом с учетом практики оказания электронных услуг в финансовом секторе по принципу "одного окна", предоставление субсидий, оказание страховых услуг в агросекторе и др. считаем целесообразным активно использовать достижения цифровых технологий на этапе формирования политики предоставления ресурсов и кредитной истории [6,9].

Это позволит оптимизировать финансовые, временные и иные ресурсы. В настоящее время социальные сети являются простым элементом интеграции данных. Как отмечают эксперты, отсутствие комплексных исследований, отражающих влияние таких технологий на развитие отрасли, не сформировало полноценного контента, связанного с цифровой революцией в агросекторе [10].

Важным аспектом при использовании цифровых технологий является наличие необходимых компетенций. Digital компетентность стала новой тенденцией современного общества, применяемой в сочетании с понятиями профессиональных и личных навыков. Для их развития необходимо внести изменения в образовательные программы учебных заведений, готовящих специалистов для аграрного сектора, и провести обучающие семинары с местными исполнительными органами с привлечением имеющейся образовательной инфраструктуры, поставив конкретные цели по образованию сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Еще одной проблемой инфраструктурного развития сельских территорий является транспортно-логистическое обеспечение продовольственных систем. В этой связи необходимо изучить международный опыт и адаптировать механизм управления поставками сельскохозяйственной продукции для внутренних и приграничных регионов республики с учетом спроса на продукцию и сезонности ее производства.

Цифровая реформа аграрного производства и его инфраструктуры должна стать гарантом эффективного управления, обеспечения конкурентных преимуществ отрасли. В период карантинных мер аграрному сектору была оказана приоритетная государственная поддержка, что свидетельствует о важности данной отрасли и указывает на необходимость разработки комплекса мер по переводу сельского хозяйства на цифровые платформы и повышению эффективности предоставления хозяйствующим субъектам государственных услуг. Для этого необходимо обратить внимание на решение следующих задач:

- Министерству сельского хозяйства Республики Казахстан совместно с Министерством цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан совместно с бизнес и научной средой, общественным сектором разработать и представить на открытое обсуждение концепцию цифровой трансформации в отрасли. Это позволит сформировать цифровую экосистему на основе глубокого изучения зарубежного опыта, обеспечить научно обоснованный подход к предлагаемым мероприятиям, эффективно использовать сложившиеся формы хозяйствования и имеющиеся ресурсы, учитывать мнение сельхозтоваропроизводителей, иных субъектов в смежных с аграрной сферой сферах;

- разработка алгоритма сбора данных на 3 этапе национальной переписи населения с проведением предварительной информационной работы о правилах сельскохозяйственных исследований. Это позволяет проверить жизнеспособность разработанной схемы и устранить недостатки. В дальнейшем такие мероприятия должны проводиться на постоянной основе для формирования цифровой культуры среди сельхозтоваропроизводителей;

- местным исполнительным органам в программах социально-экономического развития отразить вопросы устного развития аграрного сектора и управления рисками, адаптации к изменению климата, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности сельскохозяйственных животных, внедрения цифровых технологий для мониторинга цен. Анализ проблем внедрения цифровых технологий с учетом агроэкологических и иных особенностей региона позволит выработать общие подходы к их решению, определить потребность в дополнительных ресурсах и повысить ответственность руководителей государственных органов и цифровых офицеров за реализацию изменений;

- Министерство науки и высшего образования совместно с Министерством сельского хозяйства РК определить прогноз потребности в кадрах аграрного профиля и обеспечить их подготовку и переподготовку с необходимыми информационно-технологическими компетенциями на основе адаптации лучших практик. Обработка данных, поддержка информационных платформ, умение пользоваться цифровым оборудованием – станут новыми знаниями, необходимыми для развития отрасли, повышения ее конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности.

Библиографический список

1. Будущее уже наступило: наука на службе устойчивого развития. Доклад об устойчивом развитии в мире [Электронный ресурс]. - 2019. – URL: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26927Russian_Global_SD_Report2019_WEB.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
2. Кантарбаева, Ш.М., Тлесова, А.Б. Возможности скоринга присубсидировании сельхозтоваропроизводителей/Ш.М.Кантарбаева, А.Б. Тлесова // Проблемы агрорынка.- 2019. – №1. – С. 84–90.
3. Методологические рекомендации по совершенствованию программы сельскохозяйственной переписи для стран содружества [Электронный ресурс]. - 2018.– URL: https://www.cisstat.com/gsagr/CIS_Agristat_Metodology_Recommendation_for_Improvement_Agricultural_Census_for_CIS.pdf (дата обращения: 15.02.2021).
4. Статистика национальных счетов. Данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК [Электронный ресурс]. – 2020.- URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/11/statistics/8> (дата обращения: 19.03.2021).
5. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424.
6. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – Москва: ООО "Сам полиграфист", 2024. – 175 с.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Покатилов Петр Сергеевич кафедры экономика и организация производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pokatilov.petr@mail.ru

Научный руководитель - Ашмарина Татьяна Игоревна, доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ashmarina@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые аспекты внедрения цифровых технологий в аграрное производство России. Раскрываются теоретические подходы к пониманию цифровизации в сельском хозяйстве, приводятся направления, в которых цифровые инструменты могут способствовать повышению эффективности аграрных процессов. Особое внимание уделяется роли данных, автоматизации, дистанционного мониторинга и умных решений в управлении сельским производством. Также затронуты вопросы устойчивого развития и применения ESG –принципов в контексте цифровой трансформации агропромышленного комплекса.*

***Ключевые слова:** цифровизация, аграрное производство, эффективность, устойчивое развитие, ESG, умное сельское хозяйство.*

Аграрное производство в XXI веке переживает заметную трансформацию, связанную с активным внедрением цифровых технологий. Эти процессы охватывают все уровни агропромышленного комплекса – от полей и ферм до логистики и сбыта. В условиях усиливающихся климатических и экономических вызовов, цифровые решения воспринимаются не только как способ повышения урожайности и рентабельности, но и как инструмент достижения устойчивого развития.

Цель данной статьи заключается в том, чтобы рассмотреть теоретические и прикладные аспекты влияния цифровых технологий на эффективность сельского хозяйства в России, а также определить их значение в контексте ESG-повестки и устойчивого сельскохозяйственного производства.

Цифровизация в аграрной сфере охватывает широкий спектр решений: от использования дронов и GPS-навигации до анализа больших данных и автоматизированных систем управления производственными процессами. Цифровые технологии представляют собой совокупность инструментов, позволяющих собирать, обрабатывать и применять информацию для повышения точности, эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства.

Согласно современным концепциям "умного" сельского хозяйства (smart farming), ключевым элементом цифровой трансформации становится принятие решений на основе данных. Это позволяет переходить от интуитивного управления к научно обоснованным и адаптивным моделям, в которых агротехнические мероприятия подбираются с учетом конкретных условий и в реальном времени [1].

Одним из важнейших направлений цифровизации является автоматизация. В аграрной сфере это выражается в применении автопилотируемых тракторов, роботизированных систем для доения и кормления скота, а также в автоматическом регулировании параметров окружающей среды в теплицах. Подобные решения позволяют снизить трудозатраты, повысить точность операций и сократить издержки.

Другим важным элементом цифровой трансформации выступает дистанционный мониторинг. С помощью спутниковых данных, беспилотных летательных аппаратов, различных датчиков фермеры могут отслеживать состояние почвы, растений, влажности и других ключевых параметров. Это открывает возможности для более точного планирования полевых работ и оперативного реагирования на возможные угрозы, такие как засуха, вредители или болезни [2].

Особое значение приобретают цифровые инструменты в логистике и автоматизированные системы электронного документооборота, позволяющие ускорить и упростить управление цепями поставок. Цифровые платформы позволяют отслеживать продукцию во всей цепи поставок, автоматизировать взаимодействие с контрагентами и контролирующими органами, а также снижать потери при транспортировке и хранении.

Интеграция цифровых решений в процессы планирования и анализа становится важным фактором повышения эффективности аграрного производства. Применение облачных платформ и специализированных сервисов позволяет выстраивать индивидуальные стратегии управления хозяйством на основе сценарного моделирования и оценки рисков.

Цифровые технологии способствуют не только экономической эффективности, но и реализации целей устойчивого развития. Благодаря более точному применению удобрений и средств защиты растений снижается нагрузка на окружающую среду. Мониторинг и анализ данных позволяют минимизировать потребление воды, предотвращать деградацию почв и способствовать восстановлению экосистем [3].

Таким образом, цифровизация помогает находить баланс между продуктивностью и экологической ответственностью, что особенно важно в условиях климатической нестабильности. В рамках ESG-ориентированного подхода цифровые инструменты способствуют не только автоматизации процессов, но и формированию системы прозрачной отчётности и соблюдения экологических и социальных стандартов. Кроме того, цифровизация повышает социальную устойчивость аграрных территорий. Новые технологии открывают возможности для вовлечения молодёжи, создания высокотехнологичных рабочих мест в сельской местности, а также расширения образовательных программ и доступа к знаниям.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве России сопровождается рядом сложностей. Во-первых, существует цифровое неравенство между регионами и различными категориями хозяйств. Особенно ощутим разрыв между крупными агрохолдингами и малыми производителями, которые часто не имеют доступа к необходимым ресурсам, инфраструктуре и обучению.

Во-вторых, одним из сдерживающих факторов остаётся недостаточный уровень цифровой грамотности работников. Без целенаправленных программ по подготовке кадров и распространению знаний технологические решения могут оставаться неиспользованными в полной мере.

В-третьих, важной задачей остаётся создание институциональной среды, благоприятной для цифровых инноваций. Это касается как вопросов стандартизации данных, так и вопросов кибербезопасности, правовой защиты информации и формирования единой цифровой инфраструктуры для хозяйств в разных регионах [4].

Для успешной цифровой трансформации аграрного сектора в России необходимы изменения в ряде направлений. Во-первых, важно развивать государственную поддержку, ориентированную не только на закупку оборудования, но и на создание экосистемы: инфраструктуры, образования, консалтинга и сопровождения.

Во-вторых, перспективным является развитие цифровой кооперации –объединения фермеров и хозяйств в цифровые кластеры, которые позволяют совместно использовать данные, программные решения и технику.

В-третьих, необходимо активно интегрировать принципы ESG в цифровую повестку аграрного сектора, формируя стимулы для внедрения устойчивых практик, прозрачности и экологической ответственности.

Цифровые технологии не являются универсальной панацеей, но в сочетании с устойчивыми институциональными рамками и активной политикой в области развития сельского хозяйства они способны стать важным фактором модернизации российского агропромышленного комплекса [5,7].

Цифровизация аграрного производства в России представляет собой сложный и крайне важный процесс, связанный не только с технологическим обновлением, но и с глубокими институциональными и социальными изменениями. Современные цифровые инструменты позволяют существенно повысить эффективность сельского хозяйства, сделать его более устойчивым и конкурентоспособным.

Результаты исследования показывают, что особую роль играют вопросы ESG, которые придают цифровой трансформации более широкое значение, выходящее за рамки экономических показателей. Для раскрытия потенциала цифровых решений необходима комплексная поддержка, включающая инфраструктурные, образовательные и правовые меры. Только в этом случае цифровые технологии станут не временным трендом, а основой устойчивого развития сельского хозяйства в России.

Библиографический список

1. Бирюкова, Т. В. Обеспечение продовольственной безопасности как одного из основополагающего фактора стабильного развития государства / Т. В. Бирюкова // Информационное обеспечение экономической безопасности: проблемы и направления развития: Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 17–18 апреля 2017 года / Под научной редакцией Н.Н. Карзаевой, Ю.Н. Каткова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Научный консультант", 2017. – С. 15-20.
2. Бирюкова, Т. В. Органическая продукция: основные перспективы развития потребительских предпочтений / Т. В. Бирюкова // Образование и право. – 2020. – № 4. – С. 409-412.
3. Бирюкова, Т. В. Применение маркетинговых технологий продвижения товаров предприятиями АПК в условиях развития цифровой экономики / Т. В. Бирюкова, Ж. В. Коноплева // Международный научный журнал. – 2018. – № 2. – С. 33-42.
4. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156.
5. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.
6. Развитие техники как основа цифровой трансформации экономики / А. К. Субаева, В. Т. Водяников, Ю. В. Чутчева, А. В. Эдер // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18, № 1(69). – С. 162-168.
7. Ягудаева, Н. А. Особенности современных условий развития аграрной экономики и формирования ее ресурсного потенциала / Н. А. Ягудаева // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. –

УДК: 631.115:338.43:504.03

ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ В СОВРЕМЕННОМ АПК В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Покатилов Петр Сергеевич кафедры экономика и организация производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pokatilov.petr@mail.ru
Научный руководитель – Бирюкова Татьяна Владимировна, доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tbiryukova@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматриваются ключевые проблемы, с которыми сталкиваются малые фермерские хозяйства в условиях современного агропромышленного комплекса. Анализируются институциональные, инфраструктурные и социальные барьеры, ограничивающие развитие малого фермерства как в России, так и за рубежом. Особое внимание уделено вопросам устойчивого развития, внедрению принципов ESG (экология, социальная ответственность и управление) и роли государства в поддержке малых производителей. На основе теоретических подходов формулируются выводы о возможных направлениях адаптации малых фермерских хозяйств к вызовам современного аграрного развития.

Ключевые слова: малые фермерские хозяйства, агропромышленный комплекс, устойчивое развитие, ESG, аграрная политика, институциональные барьеры.

Малые фермерские хозяйства традиционно играют важную роль в аграрной системе, обеспечивая занятость в сельских районах, поддерживая продовольственную безопасность и способствуя устойчивому развитию. Однако в условиях глобализации, технологической трансформации и усиления рыночной конкуренции их положение остаётся уязвимым. Многочисленные вызовы требуют переосмысления роли и механизмов поддержки малых форм хозяйствования как в России, так и в мировой практике.

Малые фермерские хозяйства представляют собой формы аграрного предпринимательства, основанные преимущественно на семейной занятости, ограниченных масштабах производства и приверженности локальным ресурсам. В рамках институциональной теории особое внимание уделяется барьерам, связанным с доступом к ресурсам, технологиям и рынкам. В рамках неоклассических моделей малые фермерские хозяйства трактуются как экономические субъекты, принимающие рациональные решения в условиях ограниченного доступа к капиталу и информации [1].

Теория устойчивого развития в свою очередь позволяет рассматривать малые хозяйства не только как участников экономической деятельности, но и как субъекты, выполняющие экологические и социальные функции. Они способны поддерживать биоразнообразие, сохранять традиционные формы землепользования и развивать социальную инфраструктуру. В этом контексте интеграция принципов ESG в практику аграрного управления становится неотъемлемым условием повышения устойчивости малых форм хозяйствования [2].

В условиях России развитие малых фермерских хозяйств ограничивается целым рядом факторов. Во-первых, институциональная среда остаётся фрагментированной: доступ

к земле, кредитам, субсидиям и информации ограничен бюрократическими барьерами и слабой институциональной поддержкой. Во-вторых, инфраструктура сельских территорий недостаточно развита, что снижает эффективность фермерского производства и ограничивает доступ к рынкам сбыта [3].

Культурные и социальные установки также играют роль. Преобладание крупных аграрных структур часто приводит к вытеснению малых форм хозяйствования, особенно в районах с высокой концентрацией сельхозпроизводства.

Кроме того, недостаточный уровень образования и осведомлённости фермеров ограничивает их способность к инновациям и адаптации к современным вызовам, включая цифровизацию и внедрение ESG-практик.

В мировой практике малые фермерские хозяйства получают более разностороннюю поддержку. В странах Европейского союза действует система субсидий и грантов, направленных на развитие устойчивых сельских территорий. В рамках общей аграрной политики (CAP) выделяются средства на экологизацию, диверсификацию доходов и внедрение новых форм кооперации. Особый акцент делается на обучении фермеров [4].

В странах глобального Юга малые фермеры рассматриваются как основа продовольственной безопасности. Международные организации, такие как ФАО и Всемирный банк, реализуют программы, ориентированные на устойчивое управление ресурсами, доступ к микрокредитованию и развитие сельскохозяйственных кооперативов.

Интересен опыт Японии и Южной Кореи, где мелкое фермерство интегрировано в национальные стратегии устойчивого развития. Там активно развиваются модели агроэкологии, а фермеры становятся не только производителями, но и участниками социальных программ, направленных на возрождение сельских территорий.

Применение ESG-подхода в аграрной сфере предполагает оценку деятельности хозяйства не только с точки зрения прибыли, но и с учётом экологических и социальных последствий. Малые фермерские хозяйства зачастую уже соответствуют этим критериям по своей природе: они склонны к более щадящему использованию ресурсов, ориентированы на локальные рынки и поддерживают занятость в селе [5].

Однако институционализация ESG-принципов требует дополнительных усилий. Необходимы инструменты мониторинга, сертификации и консультационной поддержки. Государственная политика может сыграть ключевую роль в формировании мотивации для внедрения устойчивых практик через систему поощрений, обучения и обмена опытом.

Важной задачей является преодоление асимметрии информации: фермеры должны понимать, как устойчивые практики могут повысить не только экологическую, но и экономическую устойчивость хозяйства. Образование и информационная поддержка становятся важными элементами встраивания малых фермерских хозяйств в повестку устойчивого развития.

Для эффективной интеграции малых фермерских хозяйств в современный АПК необходимо совершенствовать механизмы государственной поддержки. Это включает не только прямое субсидирование, но и развитие институциональной инфраструктуры: консультационные службы, сельскохозяйственные кооперативы, образовательные программы, цифровые платформы для сбыта продукции.

Одной из перспективных моделей является концепция «умных деревень», в которых сочетаются современные технологии, экологическое производство и социальная ориентированность. Такие подходы позволяют повысить инвестиционную привлекательность сельских территорий и сформировать устойчивую аграрную среду [6].

Также важным направлением является развитие форм кооперации между малыми хозяйствами. Совместный сбыт, закупки и логистика могут существенно снизить транзакционные издержки и повысить конкурентоспособность малых производителей. Кооперативы, действующие в рамках принципов ESG, способны стать платформами для обмена лучшими практиками устойчивого аграрного развития. [1,7]

Результаты исследования показывают, что малые фермерские хозяйства остаются важнейшим элементом аграрной системы, обладающим потенциалом устойчивого развития. Однако реализация этого потенциала требует устранения институциональных барьеров, развития инфраструктуры и интеграции ESG-принципов в практику аграрного управления. Российский и мировой опыт показывает, что сочетание государственной поддержки, образования и кооперации может создать условия для адаптации малых форм хозяйствования к современным вызовам.

В условиях растущего внимания к устойчивости сельского хозяйства, малые фермы способны стать не только производителями, но и движущей силой социально-экологической трансформации аграрного сектора.

Библиографический список

1. Ашмарина, Т. И. Великий шелковый путь и экологический блок развития сельских территорий / Т. И. Ашмарина // Экономика сельского хозяйства России. – 2018. – № 3. – С. 71-74.
2. Развитие АПК в контексте зеленой экономики / Л. И. Хоружий, Н. Ф. Зарук, О. Г. Каратаева [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 95 с.
3. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156.
4. Чутчева, Ю. В. Вектор развития аграрной экономики после пандемии / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 10 июня 2020 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 185-190.
5. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424.
6. Ягудаева, Н. А. Особенности современных условий развития аграрной экономики и формирования ее ресурсного потенциала / Н. А. Ягудаева // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 706-708.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНОПЛЕВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Руденко Владимир Евгеньевич, аспирант кафедры экономика и организация производства
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.y.rudenko@yandex.ru

Научный руководитель - Ашмарина Татьяна Игоревна, доцент кафедры экономика и
организация производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
ashmarina@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье рассматривается актуальное состояние технического коноплеводства в России, исторические предпосылки текущего состояния данной отрасли, современные тенденции развития. Затрагиваются экономические аспекты выращивания и переработки продукции коноплеводства, а также вопросы импортозамещения. Поднимаются проблемы и рассматриваются перспективы отрасли, такие как законодательные ограничения, технологические вызовы, и широкие возможности дальнейшего увеличения посевных площадей и наращивания производства продукции коноплеводства.

Ключевые слова: техническое коноплеводство, ненаркотическая конопля, пенька, импортозамещение, современное состояние коноплеводства, перспективы развития, переработка конопли.

Техническое коноплеводство является перспективным направлением развития агропромышленного комплекса России, обладает значительным потенциалом роста, а также является важным элементом в обеспечении сырьевого суверенитета России в ряде отраслей экономики.

Техническая конопля имеет богатую историю культивирования и использования на территории России. С древних времен и до середины XX века её производство было чрезвычайно выгодным, страна занимала лидирующие позиции не только по выращиванию данного растения, но и по его переработке. В XIX веке Россия экспортировала значительные объемы пеньки в европейские страны. К 1890 году на территории Российской империи производилось до 40% всей пеньки Европы. [4,6]

Соответственно, у нашего государства имеется положительный опыт взаимодействия с данной сельскохозяйственной культурой, ведь в прошлом, Российская Империя, а затем и СССР являлись лидирующими государствами своего времени по объёму выращивания, производства и реализации продуктов переработки технической конопли. Однако, в 1961 году СССР ратифицировал “Единую конвенцию о наркотических средствах”, в соответствии с которой конопля была официально включена в список источников психоактивных веществ. Это была международная конвенция ООН, преследовавшая своей целью всеобъемлющее ограничение продуктов каннабиса, под удар попала и безвредная для человека техническая конопля, культивируемая на Руси уже много столетий. В связи с этим, в течение последующих лет после подписания злополучного документа, государство взяло курс на борьбу с данной культурой и отрасль технического коноплеводства СССР начала приходить в упадок, площади под посевы стремительно сокращались, уменьшившись многократно в сравнении с периодами расцвета культивации технической конопли, оставаясь в таком состоянии на долгие годы вперёд, вплоть до начала XXI века.

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к культуре, обусловленный её универсальностью, неприхотливостью и широким спектром применения продуктов её переработки. В новейшей истории России интерес к технической конопле возродился

примерно с 2010 года, когда площади под культурой составляли всего 0,95 тыс. га. Спустя десять лет этот показатель вырос до 10,8 тыс. га в 2020 году, а в 2021 году - уже до 12,8 тыс. га. Валовый сбор пеньки за десять лет в промежутке с 2010 по 2020 год увеличился почти в четыре раза - с 0,76 тыс. тонн до 2,93 тыс. тонн.

За последние 15 лет площади, занятые под технической коноплей в Российской Федерации выросли более чем в 10 раз, что свидетельствует о растущем интересе со стороны государства и бизнеса, а также придаёт уверенность потенциальным инвесторам в дальнейшем росте отрасли. По данным Россельхозцентра, по итогам 2024 года посевная площадь технической конопли в РФ составляет 16,5 тыс. гектаров. Минсельхоз прогнозирует увеличение угодья до 20 тыс. гектаров в 2025 году, с валовым сбором пеньки в 10 тыс. тонн и конопляных семян – 15 тыс. тонн.

Основные регионы выращивания технической конопли в 2024 году: Курская область, Пензенская область, Республика Мордовия. Новые регионы, включившиеся в производство: Калужская область, Тамбовская область, Костромская область, Иркутская область, Республика Чувашия, Республика Марий Эл.

Техническая конопля – неприхотливая культура, обладающая высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям окружающей среды. Она является хорошим предшественником для картофеля и пшеницы, повышая урожайность упомянутых культур минимум на 15%. Конопля хорошо восстанавливает почву, насыщает ее необходимыми питательными веществами, что позволяет вводить в севооборот залежные земли, коих в Российской Федерации большое количество.

Конопля обладает высокими темпами роста – за 110 дней она вырастает высотой до двух метров. Растение не требует применения пестицидов и дополнительного полива. Основными вредителями являются луговой мотылек на ранних стадиях развития и птица коноплянка, обитающая лишь в ограниченном числе регионов нашей страны. [2]

Согласно актуальному российскому законодательству, технической коноплей считаются растения рода *Cannabis* (конопля), содержание тетрагидроканнабинола (ТГК) в которых не превышает 0,1% по сухому весу. Это ключевой критерий. [5]

Выращивание и оборот технической конопли разрешены для определенных целей, таких как производство волокна, семян, масла, а также в промышленных целях (например, для изготовления строительных материалов). Деятельность по выращиванию, переработке и обороту технической конопли подлежит лицензированию и строгому контролю со стороны государства. Таким образом, необходимо соблюдать требования к содержанию ТГК, а также правила хранения, транспортировки и реализации готовой продукции.

По состоянию на 2024 год в государственном реестре селекционных достижений к выращиванию на территории Российской Федерации допущено 32 сорта технической конопли. Наиболее популярными являются: «Родник», «Надежда» и «Сейм».

Производство технической конопли характеризуется высокой маржинальностью. Цены на сырье из конопли стабильно держатся на высоких отметках. Стоимость семечки в 2025 году примерно составляет от 100 до 300 тыс. рублей за тонну, в зависимости от назначения (семенная или продовольственная), стоимость волокна варьируется в пределах от 70 до 100 тыс. рублей за тонну.

Доходы от продажи семян конопли могут варьироваться в пределах от 250 до 380 тыс. рублей с 1 гектара. Примерный доход с 1 гектара технической конопли сорта «Гляна» в южных регионах России в 2024 году примерно составляет:

- 7,75 тонн костры – 127,9 тыс. рублей
- 2 тонны волокна – 108 тыс. рублей
- 0,86 тонн жмыха – 34,2 тыс. рублей

- 1,25 тонн семян – 159,4 тыс. рублей
- 0,39 тонн масла – 290,6 тыс. рублей

Продукты переработки технической конопли широко используются в различных сферах: пищевой промышленности, производстве косметики и средств гигиены, легкой промышленности (нитки и одежда), животноводстве (кормы), строительстве, топливной промышленности.

- Семена: используются в производстве продуктов питания, таких как масло в пищу, а также для ухода за кожей, мука для хлебобулочных изделий, протеин, клетчатка, каши, детское питание.
- Стебель: пенька – волокно для канатов и тканей, костра – подстилка для животных, органическое удобрение, целлюлоза – бумага и картон (1 га конопли может спасти 4 га леса, ещё один плюс технической конопли, как экологичного растения).
- Жмых: перерабатывается в муку.
- Масло: используется в производстве продуктов косметики и личной гигиены, таких как мыло, шампуни, крема.
- Листья: используются при производстве чая.

Проблемы и вызовы для коноплеводства в России.

Несмотря на положительную динамику развития отрасли коноплеводства в Российской Федерации, существуют ряд проблем, сдерживающих её дальнейший рост:

1. Отсутствие специализированной отечественной техники для посева, уборки и переработки конопли требует специальное оборудование.
2. До 1961 года в СССР было много пенькозаводов, однако сейчас в России их осталось не более четырех, и работают они на импортном оборудовании.
3. Нехватка посевного материала - доступность качественных семян для России ограничена.
4. Несовершенство законодательства - необходимо четкое разграничение между технической коноплей и медицинским каннабисом, а также наркотическими продуктами. Существуют ограничения по торговле продуктами из технической конопли на маркетплейсах РФ. Реклама блокируется в социальных сетях и поисковых системах.
5. Планируемый запрет использования технической конопли в специальных продуктах питания таких как БАДы и спортивное питание.
6. Недостаточная осведомленность потребителей: Дурная слава конопли в общественном сознании, восприятие её как наркотического вещества сдерживает спрос на продукцию из технической конопли и соответственно замедляет развитие данной сферы.

Для дальнейшего последовательного развития отрасли необходимо решить следующие проблемы: [1,7]

1. Наладить разработку, производство и внедрение отечественной техники для посева, уборки и переработки конопли.
2. Увеличивать производство семенного материала, создавать специализированные семеноводческие хозяйства.
3. Совершенствовать законодательство и сделать чёткое разграничение между технической коноплей и наркотическими культурами. Снижать давления на бизнес в виде избыточных проверок и повышенного интереса со стороны проверяющих органов. Снимать ограничения на торговлю продуктами из технической конопли и не вводить новые. [5]
4. Лучше информировать потребителей путём повышения осведомлённости о полезных свойствах продукции из технической конопли, её безвредности для

здоровья и пользе для организма. Необходимо преодолеть предубеждения в сознании людей касательно этой культуры.

5. Более активная поддержка со стороны государства, расширение программ по предоставлению субсидий, льготных кредитов и прочих мер поддержки.

6. Запуск новых предприятий по переработке продуктов технического коноплеводства.

7. Поддерживать грантами исследования учёных в области производства пороха из технической конопли, как лучшей альтернативы пороха из хлопка.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что техническое коноплеводство имеет большой потенциал к развитию на территории нашего государства, более того в прошлом мы уже являлись ведущим мировым производителем данной культуры и продукции из неё. Соответственно, государство и бизнес работая сообща имеют возможность сильно укрепить позиции России на мировой арене как значимого игрока на рынке технического коноплеводства. Более того, техническая конопля находит своё применение в широчайшем спектре конечных продуктов и является важной культурой в обеспечении суверенитета Российской Федерации посредством импортозамещения.

Библиографический список

1. Бирюкова, Т. В. Обеспечение продовольственной безопасности как одного из основополагающего фактора стабильного развития государства / Т. В. Бирюкова // Информационное обеспечение экономической безопасности: проблемы и направления развития: Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 17–18 апреля 2017 года / Под научной редакцией Н.Н. Карзаевой, Ю.Н. Каткова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Научный консультант", 2017. – С. 15-20.
2. Бирюкова, Т. В. Органическая продукция: основные перспективы развития потребительских предпочтений / Т. В. Бирюкова // Образование и право. – 2020. – № 4. – С. 409-412.
3. Бирюкова, Т. В. Тенденции развития потребительских предпочтений на мясо и мясные изделия / Т. В. Бирюкова, Н. А. Ягудаева, И. М. Павлова // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 9. – С. 81-85.
4. Серков В.А., Смирнов А.А. История коноплеводства в России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 201. – Вып. 3 (175). – С. 12–11.
5. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156.
6. Чутчева, Ю. В. Органическое сельское хозяйство - новый взгляд на развитие аграрной экономики России / Ю. В. Чутчева, О. С. Нефедова // Наука без границ. – 2016. – № 4(4). – С. 5-9.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА

Талах Наталия Дмитриевна, аспирант кафедры экономики предприятия ФГБОУ ВО «ДонГУ», talah.natalia@yandex.ru

Аннотация: Разработана производственная функция для имитационной модели инвестиционно-инновационного развития отраслей растениеводства и животноводства, а также представлен её общий вид. Предложено пять сценариев инвестиционно-инновационного развития отраслей растениеводства и животноводства.

Ключевые слова: имитационная модель, прогнозирование, инвестиционно-инновационное развитие

Имитационные модели являются эффективным инструментом для анализа и оптимизации экономических, производственных, логистических и др. процессов. Оптимизация этих процессов осуществляется благодаря тому, что имитационные модели генерируют результаты качественных и количественных показателей, позволяющие проанализировать и принять соответствующие управленческие решения.

Имитационные модели позволяют строить и воспроизводить виртуальные модели в реальном времени, позволяющие воспроизводить различные сценарии с учётом случайных факторов и неопределённости и изучать её динамику во времени.

Таким образом, имитационные модели отличаются точностью (в зависимости от качества модели), гибкостью, динамичностью, также их можно классифицировать [4]:

1. По типу системы модели:

- дискретные – изменения в моделях происходят в определённые моменты времени или в следствии определённых событий;
- непрерывные – изменения происходят непрерывно во времени;
- гибридные – сочетают компоненты дискретного и непрерывного моделирования.

2. По подходу моделирования:

- системная динамика – применяются для сложных систем с обратными связями и временными задержками (анализ долгосрочных процессов и стратегического планирования);
- дискретно-событийное моделирование – применяются при наличии событий, происходящих в системе и их влияния на неё (оптимизации процессов в производстве и логистике);
- агентное моделирование – применяются независимые «агенты», которые взаимодействуют друг с другом и окружающей средой (анализ социальных, экономических и экологических систем).

Исследование проблем при помощи применения имитационных моделей имеет следующую поэтапную структуру:

1. Определение проблемы и целей планируемого исследования.
2. Сбор, структуризация и анализ входных данных.
3. Моделирование стартовой модели.
4. Проверочные тесты и корректировочные действия в отношении имитационной модели.
5. Разработка сценариев и проведение симуляций.
6. Анализ и интерпретация выходных данных.

7. Доработка имитационной модели (при необходимости)

Современные технические и программные средства имитационного моделирования для анализа, оценки и прогноза развития отраслей сельского хозяйства имеют достаточно широкий спектр [4]:

- программные пакеты для имитационного моделирования (AnyLogic, Simul8, Arena, MATLAB/Simulink);
- языки программирования и библиотеки (Python, R, NetLogo);
- системы управления базами данных (MySQL, PostgreSQL, SQLite, NoSQL базы данных);
- инструменты для визуализации данных (Tableau, Power BI);
- платформы облачного вычисления (Amazon Web Services, Google Cloud Platform, Microsoft Azure);
- специализированные системы для агропромышленного комплекса (Agri-Analytics, Precision Agriculture Tools).

В нашем исследовании представлена разработанная в программной среде AnyLogic имитационная модель инвестиционно-инновационного развития отраслей растениеводства и животноводства по Ростовской области и Краснодарскому краю [3]. В качестве входных параметров для имитационной модели были применены статистические данные за период 2014-2023 гг. по Ростовской области и Краснодарскому краю. [1,2]

Предполагаемая производственная функция в ходе корреляционного анализа (определение тесноты и характера связи зависимой переменной с результативными переменными) и применения МНК (определение значимости переменных) продемонстрировала необходимость в корректировочных действиях. Построенная МНК указала на отсутствие значимости показателей производственной функции I_{2t} и $C_{inn\ 3t}$ – данный показатели для увеличения значимости были прологарифмированы.

Корректировочные действия в отношении производственной функции указали на то, что отобранные переменные имеют не случайный характер (нулевая гипотеза принимается р-значение $<0,1$), а также на значимость модели (таблица 1), что предоставляет нам возможность к инициированию процесса проверочных тестов.

Таблица 1

МНК, использованы наблюдения 2014-2023. Зависимая переменная: V_{inn} [составлено автором]

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
V_{prod}	0,619432	0,177061	3,498	0,0016	***
l_I	-95415,0	42438,0	-2,248	0,0326	**
$l_{C_{inn}}$	21226,1	12119,7	1,751	0,0908	*
L	1302,97	629,143	2,071	0,0477	**
Среднее завис. перемен	21280,99	Р-значение (F)		1,59e-06	
Ст. откл. завис. перемен	35422,24	Лог. правдоподобие		-367,2256	
Сумма кв. остатков	1,74e+10	параметр rho		0,602915	
Ст. ошибка модели	24925,00	Крит. Шварца		748,3141	
Нецентрированный квадрат R-	0,674181	Крит. Акаике		742,4512	
Центрированный R-квадрат	0,552787	Крит. Хеннана-Куинна		744,3946	
$F(4, 28)$	14,48430	Стат. Дарбина-Уотсона		0,792518	

Таким образом, производственная функция для имитационной модели имеет вид:

$$V_{inn2t}=1\times V_{prod}^{0,8}l_t^{0,8}l_{Cinn3t}^{0,6}L_{4t}^{-0,7}\varepsilon_{2t}$$

Имитационная модель в общем виде отображена на рисунке 1:

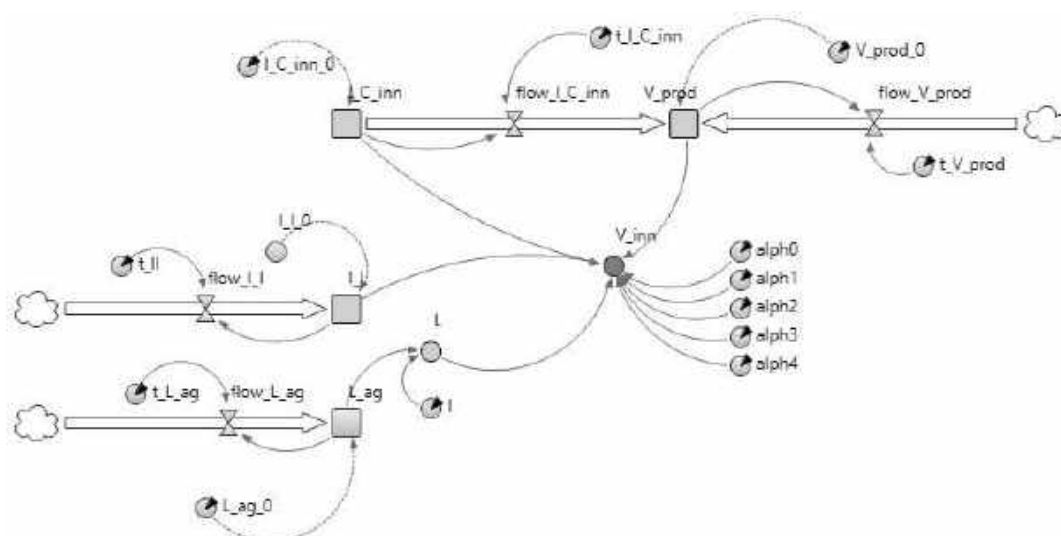


Рис. 1 Общий вид имитационной модели развития инвестиционно-инновационной деятельности организаций растениеводства и животноводства Ростовской области и Краснодарского края [составлено автором]

- содержит два ключевых компонента производственной функции, которые отражены накопителями: объём произведенной продукции растениеводства и животноводства (V_{prod}) и количество работников, занятых в этих отраслях (L_{ag});
- включает динамические переменные количество людей, задействованных в научных исследованиях и разработках (L), объём инвестиций, направленных в эти отрасли (l_I), а также затраты на инновационную деятельность (l_{Cinn});
- включают данные-детерминанты, которые изменяются пользователем, а не вследствие различных функциональных зависимостей.

Предложено 5 сценариев развития с периодом прогноза 15 лет для построенной имитационной модели, итоговые значения которых представлены в таблице 2.

Первый сценарий основывается на текущих значениях параметров производственной функции (темпы роста: $t_{V_{prod}} = -10\%$; $t_{l_{Cinn}} = -0,9\%$; $t_{l_I} = 9\%$; $t_{L_{ag}} = 4\%$), таким образом за 15 лет объём отгруженных инновационных товаров в растениеводстве и животноводстве снизится на 81,7%, что свидетельствует о пессимистическом характере.

Таблица 2

Итоговые значения имитационной модели для прогнозных периодов*[составлено автором]

Номер сценария					
Прогнозный год	Параметры производственной функции				
	V_{inn}	V_{prod}	l_{Cinn}	l_I	L
Сценарий №1					
5-й	37 400	352 079	9,3	6,9	0,015
10-й	15 758	214 612	9,7	4,4	0,018
15-й	6 845	133 127	10,1	2,9	0,022

Сценарий №2					
5-й	33 427	284 669	9,8	7,1	0,015
10-й	11 391	130 976	10,8	4,4	0,018
15-й	4 047	62 096	11,9	2,8	0,022
Сценарий №3					
5-й	71 567	454 923	9,3	10,9	0,013
10-й	56 923	356 960	9,7	10,9	0,015
15-й	44 587	275 577	10,3	11,1	0,016
Сценарий №4					
5-й	95 256	745 300	8,4	11,1	0,015
10-й	100 290	965 475	8,1	11,4	0,018
15-й	105 484	1 242 790	7,6	11,7	0,022
Сценарий №5					
5-й	145 355	954 665	9,3	17,8	0,02
10-й	234 006	1 566 088	9,7	29,4	0,03
15-й	380 366	2 594 920	10,1	48,9	0,05

** Значения для параметров имитационной модели – V_{inn} , V_{prod} , L представлены в млн. руб., а параметры $l_{C_{inn}}$ и l_L являются логарифмическим числом*

Второй сценарий – пессимистический. В данной симуляции изменениям на -5% и -1,1% (по отношению к заданным темпам первого сценария) подвергнутся темпы роста соответственно объёма производства растениеводства и животноводства и объёма затрат на инновационную деятельность этих отраслей. В итоге объём отгруженных инновационных товаров, согласно с изменениями в течении прогнозируемых 15 лет снизится на 87,9%.

Третий сценарий – пессимистический. Характер изменений по отношению к первому сценарию: $t_{V_{prod}} +5\%$; $t_{l_{C_{inn}}} -0,1\%$; $t_{II} +0,8\%$; $t_{L_{ag}} +2\%$. В сравнении с первым и вторым сценарием в данной симуляции наблюдается более позитивная динамика, но она все же имеет негативный характер – объём отгруженных инновационных товаров через 15 лет составит 62,3%.

Четвертый сценарий – оптимистический характер. Изменения данной симуляции по отношению к первому сценарию: $t_{V_{prod}} +15\%$; $t_{l_{C_{inn}}} -0,19\%$; $t_{II} +0,14\%$. В данной проекции наблюдается прирост показателя инновационной продукции растениеводства и животноводства за прогнозный период – 9%.

Пятый сценарий – оптимистическо-утопический характер. Параметры модели подверглись следующим изменениям: $t_{V_{prod}} +20\%$; $t_{II} +11\%$; $t_{L_{ag}} +6\%$. При запуске симуляции наблюдается среднегодовой отток инвестиционных вложений в 0,3%, однако данная динамика имеет незначительный характер влияния на темп роста объёма отгруженных инновационных товаров отраслей растениеводства и животноводства, который составил +38,2%. Данная ситуация обусловлена значительным увеличением объёма производства как растениеводческой, так и животноводческой продукции в Ростовской области и Краснодарском крае.

Таким образом, имитационное моделирование представляет собой инструмент, позволяющий существенно расширить возможности анализа и прогнозирования инвестиционно-инновационного развития как сельскохозяйственного сектора, так и других секторов экономики. Имитационное моделирование позволяет сельскохозяйственным предприятиям адаптироваться к быстро меняющимся условиям, прогнозируя возможные сценарии развития и оценивая риски.

Библиографический список

1. Официальная статистика Российской Федерации: сайт / Федеральная служба государственной статистики (Росстат) – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>.
2. Официальные статистические показатели Российской Федерации: сайт // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – URL: <https://www.fedstat.ru/>.
3. Талах, Н. Д. Имитационная модель развития инвестиционно-инновационной деятельности организаций в растениеводстве и животноводстве / Н. Д. Талах. – DOI 10.32651/254-130. – Текст: электронный // Экономика сельского хозяйства России. – 2025. – № 4. – (Проблемы агроэкономических исследований). – С. 130-137. – URL: <http://esxr.ru/article/4664> (дата обращения: 16.06.2025)
4. Эльберг, М.С. Имитационное моделирование: учеб. пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 128 с.

УДК 631.363

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

Филиппов Леонид Алексеевич, студент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, leonid11289@gmail.com
Научный руководитель - Малыха Екатерина Федоровна, доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, efmalykha@rgau-msha.ru

Аннотация: Статья посвящена применению технологий искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленном комплексе (АПК). Рассматриваются ключевые направления использования ИИ для оптимизации процессов в сельском хозяйстве, включая обработку данных о почвах, прогнозирование урожаев, управление водными ресурсами, а также автоматизацию сельскохозяйственного производства с использованием роботов и дронов. В 2023 году сельское хозяйство стало одной из ключевых отраслей экономики России, в которой планируется активная интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ). Вместе с промышленностью, здравоохранением, транспортом и строительством оно было выделено как приоритетная сфера для цифровизации и инноваций. Этот сектор обладает значительным экономическим потенциалом, и интеграция ИИ в его процессы обещает существенно повысить эффективность и устойчивость аграрного производства.

Ключевые слова: искусственный интеллект, агропромышленный комплекс, цифровизация, технологии.

Агропромышленный комплекс (АПК) традиционно считается одним из самых консервативных с точки зрения внедрения инновационных технологий. Согласно результатам индекса готовности ключевых отраслей экономики России, к использованию искусственного интеллекта, около 12% сельскохозяйственных предприятий уже применяют ИИ, а порядка 37% находятся на этапе планирования внедрения подобных решений в ближайшем будущем. Для того чтобы активизировать использование ИИ среди агропроизводителей, государственные органы рассматривают возможность введения обязательных требований и норм по применению технологий искусственного интеллекта в рамках программ получения субсидий [3].

В период 2021–2022 годов благодаря федеральному проекту «Искусственный интеллект» было поддержано свыше 600 инициатив, связанных с разработкой и ускорением внедрения ИИ-технологий. В рамках проекта открылись шесть исследовательских центров на базе ведущих университетов страны, а также были утверждены 85 магистерских программ в 16 крупнейших вузах России. Следующим важным этапом национальной стратегии станет фокус на создании прикладных ИИ-решений и их масштабном внедрении в ключевых отраслях экономики.

Таблица 1

Основные направления внедрения технологий ИИ в АПК России

№	Направление применения	Технология ИИ	Примеры применения	Ожидаемый эффект
1	Точное земледелие	Машинное обучение, компьютерное зрение	Анализ состояния почвы и урожайности с дронов и спутников	Повышение урожайности, снижение затрат на удобрения
2	Мониторинг здоровья животных	Анализ видео и звука, ИИ-диагностика	Распознавание болезней у скота по поведению и звукам	Снижение смертности, улучшение условий содержания
3	Управление техникой	Автономные системы, ИИ-навигация	Самоходные трактора и комбайны с ИИ	Снижение затрат на труд, повышение точности
4	Прогнозирование урожайности	Анализ больших данных, нейросети	Прогнозы на основе погодных данных, состояния почвы	Более точное планирование логистики и продаж
5	Сортировка и упаковка продукции	Компьютерное зрение, робототехника	Автоматическая сортировка овощей и фруктов по качеству	Повышение скорости и качества упаковки
6	Управление орошением	ИИ-алгоритмы, датчики IoT	Оптимизация полива по данным о влажности и погоде	Экономия воды, снижение энергозатрат
7	Контроль за вредителями	Анализ изображений, ИИ-модели	Обнаружение насекомых и болезней по фото листьев	Снижение потерь урожая, минимизация химии
8	Финансовое планирование	ИИ-аналитика, прогнозирование	Прогнозирование цен на урожай, планирование инвестиций	Повышение рентабельности хозяйств

В таблице представлены основные направления внедрения технологий искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс России, с указанием применяемых ИИ-технологий, примеров их использования и ожидаемого эффекта (таблица 1).

В растениеводстве внедрение технологий искусственного интеллекта способствует точной оценке состояния почвы и здоровья растений, автоматизации контроля за обработкой

полей и сбором урожая. Это позволяет повысить эффективность использования сельскохозяйственных земель, прогнозировать урожай и риски, связанные с неблагоприятными природными условиями, а также создавать оптимальные условия для роста культур.

В животноводстве ИИ-решения помогают формировать сбалансированные рационы питания, мониторить здоровье животных и выявлять характерные модели их поведения. Системы анализируют движения и позы, что позволяет своевременно обнаруживать проблемы со здоровьем и реагировать на них. Кроме того, технологии обеспечивают контроль за процессом откорма, учёт поголовья и отслеживание перемещения скота. Искусственный интеллект также способен выявлять скрытые связи между условиями ухода и состоянием здоровья животных, что способствует профилактике заболеваний [2].

В современном агропромышленном секторе работают российские разработчики ИИ-решений в различных направлениях. Например, компания «Геомир» фокусируется на технологиях точного земледелия, «ЦентрПрограммСистем» специализируется на автоматизированных системах подсчёта животных для свиноводческих и мясоперерабатывающих предприятий, а «Айтеко» занимается созданием промышленных систем видеоаналитики для контроля качества продукции и технологических процессов [4].

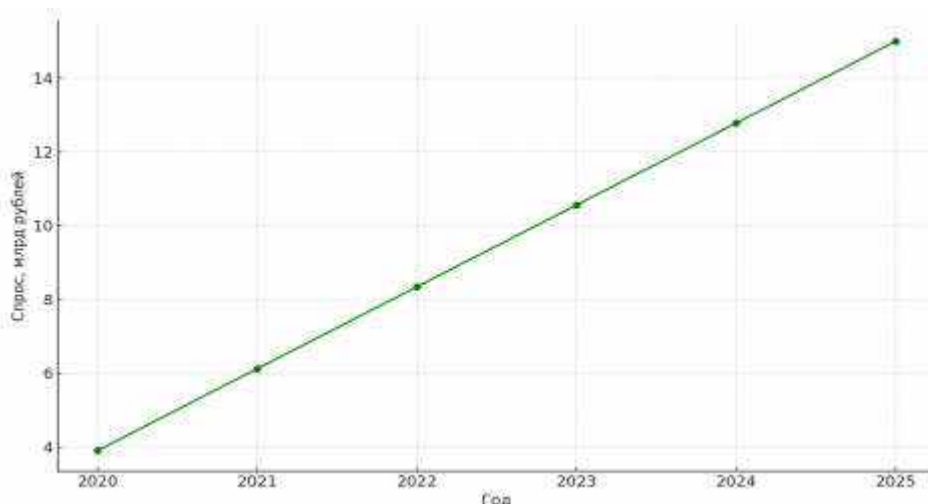


Рис. 1 Спрос на ИИ технологии в сфере АПК

Согласно прогнозам Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, к 2030 году потребность российской аграрной отрасли в решениях на базе искусственного интеллекта может вырасти до 86 млрд рублей. По сравнению с 2020 годом, когда спрос оценивался в 3,9 миллиарда рублей, нынешний показатель увеличился приблизительно в 20 раз. [1] Такой рост обусловлен значительным потенциалом ИИ-технологий для модернизации сельского хозяйства. Крупнейшие игроки агросектора, такие как «Магнит», «Русагро», «Мираторг», «Щелково Агрохим» и «Русская аграрная группа», являются главными инвесторами и заказчиками решений в области искусственного интеллекта, согласно отчету АНО «Цифровая экономика». [5]

Результаты исследования демонстрируют, что внедрение технологий искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс открывают новые горизонты для повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности сельского хозяйства. Использование ИИ позволяет автоматизировать рутинные процессы, с высокой точностью прогнозировать урожайность, рационально подходить к управлению ресурсами и минимизировать потери,

связанные с болезнями растений и животных. Особенно важным становится применение ИИ в условиях климатической нестабильности и необходимости бережного использования природных ресурсов.

По мере развития цифровой инфраструктуры и накопления данных, потенциал ИИ в АПК будет только возрастать. Ожидается, что к 2030 году спрос на ИИ-решения в отрасли значительно увеличится, что свидетельствует о растущем осознании их ценности среди агропредприятий. Таким образом, ИИ становится ключевым инструментом модернизации и устойчивого развития аграрного сектора.

Библиографический список

1. Бирюкова, Т. В. Использование цифровых технологий на производстве как залог получения высококачественной продукции / Т. В. Бирюкова, Ж. В. Коноплева // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства : материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 06 февраля 2020 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2020. – С. 170-173.
2. Гуляев, М. Ю. Искусственный интеллект в агропромышленном производстве: современные подходы и технологии // Агроинформ. — 2022. — № 4. — С. 15–22.
3. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. Цифровая трансформация АПК: потенциал и сценарии развития. — М.: НИУ ВШЭ, 2023. — 52 с.
4. Кириллов, С. А., Козлова, Н. В. Цифровизация сельского хозяйства: опыт и перспективы применения ИИ // Вестник РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. — 2021. — № 5. — С. 108–115.
5. Саркисов, А. М., Егорова, Л. Н. Использование машинного обучения в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. — 2022. — № 2 (48). — С. 22–28.
6. Чутчева, Ю. В. Вектор развития аграрной экономики после пандемии / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 10 июня 2020 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 185-190.
7. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – Москва: ООО "Сам полиграфист", 2024. – 175 с.

УДК 631.338

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ДОСТИЖЕНИЕ ESG ПРИНЦИПОВ В РАМКАХ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГБУ «РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР»

*Чернявский Владимир Сергеевич магистр 2 курса института экономики и управления АПК
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева vovcheronper@yandex.ru*

*Научный руководитель - Ягудеева Наталья Алексеевна, к.э.н., доцент кафедры экономики
и организации производства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

Аннотация: в статье рассматривается влияние цифровых разработок ФГБУ «Россельхозцентр» на достижения ESG принципов, особенно в аспекте защиты растений от вредителей, болезней и неблагоприятных факторов окружающей среды.

Ключевые слова: Цифровизация, ESG, защита растений, пестициды, защита урожая.

Современный мир сталкивается с множеством вызовов: климатические кризисы, истощение природных ресурсов, социальное неравенство. В этом контексте агропромышленный комплекс (АПК) занимает особое место, будучи. Поскольку антропогенное воздействие при обработке изменяет как почву, так и окружающую среду в целом.

Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), на сельское хозяйство приходится 24% антропогенных выбросов парниковых газов и 70% мирового потребления пресной воды. При этом 800 миллионов человек по-прежнему страдают от голода, а 30% произведенных продуктов теряются из-за неэффективных цепочек поставок.

Использование цифровых технологий с точки зрения соблюдения ESG-принципов (Environmental, Social, Governance) стало ответом на вызовы, стоящие перед агропромышленным комплексом. Отрасль, обеспечивающая продовольственную безопасность и занятость 26% мирового населения, сталкивается с давлением со стороны регуляторов, инвесторов и потребителей, требующих снижения экологического следа и повышения социальной ответственности.

Целью данной статьи является оценка использования цифровых технологий для обеспечения возможности реализации ESG принципов.

Одним из примеров реализации цифровизации с целью достижения ESG целей является использование ФГБУ «Россельхозцентр» веб приложения АгроЭксперт. При выезде работника Россельхозцентр производится обследование сельхоз площадей на вредные объекты, после чего при помощи смартфона информация вносится в веб приложение АгроЭксперт. Вэб приложение АгроЭксперт позволяет в реальном времени отслеживать появление вредных объектов на полях сельскохозяйственного назначения. В рамках системы АгроЭксперт фиксируются обнаружения особо опасных вредителей, при обнаружении вредителя ФГБУ «Россельхозцентр» выпускает сигнализационные сообщения на своем сайте. Также ежемесячно предоставляется информация о вредных объектах для стран импортеров российского зерна.

В соответствии с данными, полученными за год из веб приложения ФГБУ «Россельхозцентр» публикует ежегодный обзор и прогноз фитосанитарного состояния посевов на территории РФ. При использовании приложения АгроЭксперт и сопутствующего цифрового сопровождения используется сразу несколько принципов ESG. Трансформация агросектора напрямую связана с ESG трансформацией.

Как пример экологического влияния можно привести оценку зараженности вредными объектами территорий сельскохозяйственного назначения, ведь в соответствии с отчетами можно определить потребность в использовании пестицидов.

Несвоевременное и излишнее внесение пестицидов может привести к различным негативным последствиям. Пестициды подавляют не только вредные организмы, но и полезные почвенные микроорганизмы, участвующие в разложении органики, фиксации азота

и формировании плодородия. Это приводит к снижению биологической активности почвы и её постепенной деградации.

Химические соединения могут накапливаться в почве, особенно при частом применении. Это загрязняет экосистему, снижает урожайность в долгосрочной перспективе и делает почву непригодной для органического земледелия.

Уничтожение микрофлоры и фауны (например, дождевых червей) нарушает структуру почвы, повышая риск эрозии и снижая её способность удерживать влагу.

Влияние на окружающую среду пестицидов также нельзя недооценивать. Стоки с полей переносят пестициды в реки, озёра и грунтовые воды, вызывая гибель водных организмов (рыб, планктона) и нарушая баланс экосистем. Пестициды могут уничтожать пчёл, бабочек и других опылителей, что угрожает биоразнообразию и сельскому хозяйству, зависящему от их работы. Токсины накапливаются в пищевых цепях, достигая высоких концентраций в организмах хищников, включая человека (например, через рыбу или мясо).

Неправильное применение ведёт к появлению устойчивых популяций вредителей, требующих ещё больших доз химикатов. Также обследования позволяют рассчитать необходимость внесения пестицидов.

Отказ от пестицидов может привести к катастрофическим потерям урожая. По данным FAO, без защиты растений и использования пестицидов потери могут достигать 40% для основных культур. Своевременное применение агрохимикатов может позволить снизить объём химикатов, обработка на ранних стадиях заражения или профилактически требует меньших доз, минимизируя экологический ущерб. Также пестициды возможно вносить точечно, что предотвращает массовое распространение насекомых, грибов и сорняков без урона экосистемам. Защита урожая обеспечивает продовольственную безопасность и стабильность цен

Социальное влияние может быть отмечено в системе своевременного оповещения фермеров и жителей о различных вредных объектах.

Своевременное обнаружение и предупреждение о распространении особо опасных вредителей растений — ключевой элемент защиты сельскохозяйственных культур, экосистем и глобальной продовольственной безопасности. Такие вредители (например, саранча, колорадский жук, карантинные виды вроде тутовой щитовки или коричнево-мраморного клопа) способны уничтожить до 100% урожая, нарушить баланс природных экосистем и нанести многомиллиардные убытки.

Многие опасные вредители размножаются экспоненциально. Например, стаи саранчи за сутки могут съесть столько же растительности, сколько 35 тысяч человек. Раннее обнаружение позволяет локализовать очаг до его массового распространения. Карантинные вредители (например, азиатская хлопковая совка) часто завозятся из других регионов и не имеют естественных врагов в новой среде. Их раннее выявление предотвращает неконтролируемое вторжение.

Инвестиции в ранние системы обнаружения, такие как Агроэксперт окупаются сохранёнными урожаями, снижением пестицидной нагрузки и устойчивостью агроэкосистем.

Улучшить качество планирования и управления защитой растений на сельхозугодиях позволяет публикация же ежегодного отчета, основанного на веб приложении агроэксперт. Прогноз распространения вредных объектов также позволяет определить на каких объектах сосредоточить планирование обработок и закупки средств защиты растений фермерами.

Результат исследования показывает, что деятельность ФГБУ «Россельхозцентр» в области цифровизации становится важным инструментом реализации принципов ESG, укрепляя устойчивость агро сферы России.

Библиографический список

1. FAO. The Future of Food and Agriculture – Alternative Pathways to 2050 (2018). URL: <http://www.fao.org/3/I9900EN/i9900en.pdf>
2. Банк России. Стратегии глобальных инвесторов: тернистый путь к «озеленению» <https://econs.online/articles/ekonomika/strategii-globalnykh-investorov-ternistyuy-put-k-ozeleneniyu/>
3. Государственная поддержка коммерциализации инновационной продукции Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы: Аналитический обзор / В. А. Войтюк, Н. П. Мишуров, О. В. Кондратьева [и др.]; Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – 80 с. – ISBN 978-5-7367-1747
4. ООН. Цели устойчивого развития (2015). URL: <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2024/SG-SDG-Progress-Report-2024-advanced-unedited-version.pdf>
5. Чутчева, Ю. В. Стратегия и вектор развития зелёной экономики в АПК / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 420-424. Банк России. Основные направления развития устойчивого финансирования (2021). URL: <https://cbr.ru/develop/ur/>
6. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – Москва: ООО "Сам полиграфист", 2024. – 175 с.

УДК 338.43; 004.9:63

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Шадринцев Владислав Алексеевич, аспирант Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, vladislavshad@gmail.com

Аннотация: Настоящая статья посвящена анализу состояния цифровизации агропромышленного комплекса России. Представлены успешные кейсы внедрения цифровых технологий в АПК, демонстрирующие экономический эффект.

Ключевые слова: цифровизация, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, цифровые технологии.

Для достижения высокого социально-экономического эффекта от развития АПК требуется применение самых новейших и эффективных научно технологических и экономических решений [1].

Агропромышленный комплекс (АПК) России в 2020-е годы демонстрирует высокие темпы развития и превратился в одного из ключевых игроков на мировом продовольственном рынке. Российское сельское хозяйство ставит целью в 2025 году увеличить экспорт сельхозпродукции до 45 млрд долл. США. Достигнуты рекордные урожаи, улучшены показатели продовольственной безопасности (индекс продовольственной безопасности поднялся с 63,8% в 2015 г. до 73,7% в 2020 г.). Однако такие традиционные факторы роста, как увеличение инвестиций и повышение эффективности управления в настоящее время постепенно исчерпывают свой потенциал [2].

Важной проблемой в АПК является отсутствие четкой информации о состоянии дел на агропродовольственном рынке и о ценах на сельскохозяйственное сырье заготовителей [3]. К тому же внешние вызовы последних лет (удорожание сельхозтехники, разрывы поставок, технологические ограничения) негативно сказались на отрасли. Так, после 2022 года индекс продовольственной безопасности снизился до 69,1%. В этих условиях особое значение приобретают инновации, прежде всего цифровизация производственных процессов, как новый драйвер повышения эффективности и конкурентоспособности АПК.

На глобальном уровне происходит переход к так называемому сельскому хозяйству 4.0, основанному на широком внедрении цифровых технологий, роботизации, биотехнологий и интеграции данных по всей цепочке создания ценности. Цифровое сельское хозяйство понимается как применение современных методов производства продовольствия с использованием интернета вещей, искусственного интеллекта, больших данных, робототехники и других цифровых технологий, позволяющее значительно повысить продуктивность и снизить издержки [4].

Современное сельское хозяйство переживает технологическую революцию. Концепция «Agriculture 4.0» подразумевает всеобъемлющую цифровую трансформацию агросектора – от точного земледелия и автоматизированного животноводства до умных систем хранения, логистики и маркетинга.

По оценкам консалтингового исследования Yakov & Partners, Россия существенно отстает от ведущих стран по уровню цифровизации сельского хозяйства [5]. В специальном рейтинге цифровизации агросектора (Digitalization Index) за 2022 год Россия заняла лишь 9-е место уступив США, Австралии, Канаде, Израилю, Германии и ряду других стран. Разрыв выражается количественно: уровень внедрения цифровых решений агропредприятиями в России примерно в 9 раз ниже, чем в Израиле; средний объем частных инвестиций в «цифровой агросектор» в 7 раз меньше, чем у группы лидеров; число компаний, внедряющих цифровые технологии, втрое меньше, чем в передовых странах. Примечательно, что по развитию базовой ИКТ-инфраструктуры сельские регионы России не выглядят безнадежно – уровень интернет-покрытия и связи относительно близок к общемировому среднему.

Однако проблема в ограниченном охвате цифровизации: цифровые технологии внедряют главным образом крупнейшие агрохолдинги, тогда как малые и средние фермерские хозяйства практически не используют их.

Как правило, цифровизация затрагивает точечно лишь отдельные этапы производства с наибольшими затратами (например, полевые работы), тогда как остальные звенья цепочки – переработка, сбыт, складское хозяйство – остаются в стороне. Такой фрагментарный подход не позволяет реализовать полный потенциал цифровой трансформации.

Ещё одна особенность отечественного АПК – дефицит квалифицированных кадров и экспертизы. В России остро не хватает специалистов по цифровым агротехнологиям, айти-агрономов и т.п. [6]. Объём вложений в аграрную науку и образование недостаточен. Для примера, инвестиции России в аграрные научные исследования почти в 60 раз меньше, чем в США, а за десятилетие до 2021 г. американские университеты выпустили около 2000 специалистов по аграрным биотехнологиям и цифровым технологиям, тогда как российские вузы – практически 0 специалистов в этих областях. Этот кадровый и научный разрыв ограничивает возможности для разработки и внедрения собственных инноваций.

В то же время, есть и обнадеживающие моменты. Базовая инфраструктура (доступность интернета, сотовой связи) в сельских районах России постепенно улучшается и в целом приближается к среднемировому уровню, что создает фундамент для дальнейшей цифровизации. Некоторые нишевые области в России цифровизированы относительно неплохо – например, системы спутникового мониторинга посевов и геоинформационные сервисы используются в крупных зерновых хозяйствах, а ряд вертикально интегрированных компаний внедрил ERP-системы для управления цепочками поставок. Однако системность этих процессов пока недостаточна.

В России принят ряд стратегических документов, направленных на цифровую трансформацию экономики, включая агросектор (например, программа «Цифровая экономика РФ», стратегия «Цифровое сельское хозяйство» и др.). Министерство сельского хозяйства РФ декларировало целевые ориентиры цифровой трансформации АПК к 2024 году: создание сквозной информационной системы управления отраслью, снижение издержек производства, рост продуктивности и переход к принципам «умного» сельского хозяйства 4.0. Однако реализуемые меры пока в основном сводятся к созданию учетно-контрольных информационных систем (например, обязательные для аграриев федеральные системы «Меркурий», «Зерно» и др.), то есть фокус сделан на контроле и прослеживаемости, а не на прямом повышении эффективности производства [7]. Полноценная национальная цифровая платформа для управления агробизнесом в режиме реального времени отложена к внедрению лишь к 2030 году.

Вместе с тем, в России уже есть успешные кейсы внедрения цифровых технологий в АПК, демонстрирующие впечатляющий эффект [8]:

1. Точное животноводство. Крупнейший производитель молока «ЭкоНива» внедрил комплекс цифровых решений для управления стадами и полями: система идентификации животных RFID, программа DairyComp 305 для племенного учета, собственное мобильное приложение ЕкоСтор для мониторинга полей и работ в реальном времени. В результате средний суточный надой молока на фермах компании вырос на 45%, снизились потери данных (вся информация по хозяйству обновляется каждые 20 минут в общей базе), а оперативность управления существенно возросла.

2. Роботизация ферм. В одном из хозяйств Московской области, специализирующемся на молочном скотоводстве («Кузьминский»), была установлена роботизированная система доения и кормления коров с индивидуальными сенсорами для каждого животного. Как только корова готова к доению, автоматизированный доильный аппарат самостоятельно подключается по сигналу сенсора и алгоритма машинного зрения. Это дало рост удоев на ферме примерно с 11 до 17 литров в сутки на корову (+~55%), увеличило продолжительность продуктивной жизни коров и позволило почти полностью исключить человеческий фактор из процесса доения.

3. Цифровое растениеводство и IoT. АО «АФГ Националь» – крупный агрохолдинг, работающий по принципу «от поля до прилавка», интегрировал технологии больших данных

и интернета вещей на всех этапах: установлен мониторинг полей со спутников и дронов, датчики на сельхозтехнике, автоматизированные метеостанции, системы климат-контроля на овощехранилищах, цифровые системы учета внесения удобрений и средств защиты, дистанционное управление оросительными установками и контроль качества урожая на этапе сбора и транспортировки. Такой комплексный подход позволил сократить время посевной кампании на 20%, повысить точность полевых операций на 30% и в конечном счете увеличить рентабельность производства на 10–25%. Это пример того, как сквозная цифровизация бизнес-процессов агрохолдинга непосредственно отражается на финансовых результатах.

4. Видеоаналитика и компьютерное зрение. В одном из животноводческих комплексов Пензенской области внедрена система круглосуточного видеомониторинга крупного рогатого скота с элементами ИИ, анализирующая поведение животных и прогнозирующая оптимальные моменты для кормления, дойки, ветеринарных мероприятий. На основе накопленных больших данных система может предсказывать объём надоя и привеса, выявлять отклонения. Эффектом стало снижение потерь (например, своевременное определение момента отёла сократило падёж новорождённых), практически полное устранение краж и ошибок учета, а продуктивность дойного стада выросла на 10–15%.

Эти кейсы иллюстрируют конкретные экономические выгоды цифровизации: значительный рост производительности (двузначные проценты прибавки), экономия времени и ресурсов, снижение человеческих ошибок и хищений, улучшение качества продукции. Важно подчеркнуть, что подобные решения пока применяются точечно, в основном на крупных предприятиях. Но они демонстрируют потенциал тиражирования по всей отрасли. Если даже 20–30% хозяйств внедрят аналогичные системы, суммарный эффект для сельского хозяйства РФ будет исчисляться миллиардами рублей дополнительного дохода и миллионов тонн дополнительной продукции.

Библиографический список

1. Щевьев, А. Н. Стратегические направления научно-технологического обновления и перспективные параметры развития продовольственных систем районов освоения, Севера и Арктики Сибири / А. Н. Щевьев, А. А. Быков, И. В. Зяблицева // Комплексное развитие сельских территорий и инновационные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник III международной научно-методической и практической конференции, Новосибирск, 16 января 2018 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. – С. 225-228.
2. Афанасьев, Е. В. Концептуальные основы развития агропродовольственного рынка Сибири / Е. В. Афанасьев, А. А. Быков, С. М. Головатюк // АПК: экономика, управление. – 2019. – № 8. – С. 40-49.
3. Быков, А. А. Обеспечение устойчивого производства и стабильного экономического роста зернового подкомплекса Республики Казахстан на основе применения инновационных методов повышения конкурентоспособности / А. А. Быков // Актуальные вопросы развития современного общества: сборник статей 4-ой Международной научно-практической конференции: в 4-х томах, Курск, 18 апреля 2014 года. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2014. – С. 181-185.
4. Orlova N.V., Nikolaev D.V. Russian agricultural innovations prospects in the context of global challenges: Agriculture 4.0. Russian Journal of Economics, 2022
5. Yakov & Partners. Digitalizing Russia's agricultural sector: challenges and solutions, 2023
6. Galautdinova D.F. et al. Analysis of Digitalization Processes as a Factor of Production and Income Generation in Agriculture of Russia, 2020

УДК 502/504:635.655: 338.439.4

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ

Дегтярева Елена Дмитриевна, аспирант кафедры экономики и организации производства Института экономики и управления в АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, младший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», alena-kozha@yandex.ru

Ягудеева Наталья Алексеевна, доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.yagudaeva@rgau-msha.ru

Аннотация: Организационно-экономические условия играют ключевую роль в формировании эффективной системы селекции сои, способной обеспечить продовольственную безопасность страны, развитие экспортного потенциала и устойчивость отечественного агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: организационно-экономические условия, соя, сорта, селекция.

Соя — это важная сельскохозяйственная культура, играющая первостепенную роль в мировом аграрном секторе и отечественном АПК, спрос на которую неуклонно растет [1]. Она богата высококачественным растительным белком, содержит множество витаминов, микроэлементов и незаменимых аминокислот. Наряду с применением в пищевой промышленности, культура активно используется при изготовлении кормов для скота и птицы. Развитие селекции сои напрямую связано с обеспечением продовольственной безопасности государства, повышением урожайности и улучшением потребительских свойств продукции. Однако для достижения данных задач необходимо учитывать, как экономические, так и организационные условия, которые влияют на эффективность работы в данной области. [2-4].

В этой связи, ключевыми задачами настоящего исследования стали изучение и систематизация существующих в настоящее время организационных и экономических условий развития селекции сои с целью выявления сдерживающих факторов и предложения эффективных направлений их совершенствования.

Экономическое развитие селекции сои в России во многом определяется состоянием внутреннего рынка, уровнем государственной поддержки, конкурентоспособностью отечественных сортов и состоянием материально-технической базы. Сложившаяся импортозависимость, высокие риски, связанные с природно-климатическими и политическими условиями, а также недостаточное финансирование в области селекции и семеноводства создают значительные вызовы для эффективного развития отрасли. В то же время, устойчивый спрос на сою, особенно в кормовой и пищевой промышленности, открывает возможности для роста и развития отечественного производства, что, в свою очередь, требует усиления государственной поддержки и модернизации существующих экономических механизмов (таблица 1).

Таблица 1

Экономические условия селекции сои, сдерживающие факторы и инструменты управления

Наименование экономических условий	• Импортозависимость от иностранного семенного материала • Широкий спектр рисков (природно-климатические, политические и т.д.) • Неконкурентоспособность сортов отечественной селекции в сравнении с импортными • Устойчивый спрос на сою в результате селекционной работы • Слабо развитая материально-техническая база • Государственная поддержка, контроль и регулирование рынка семян
Сдерживающие факторы	• Минимальные маркетинговые вложения в продвижение отечественных сортов, отсутствие «пакетных предложений» на рынке семенного материала, угроза утраты национального контроля над семенным фондом • Применение нерайонированных, плохо адаптированных к экстремальным условиям сортов, отсутствие агротехнического продвижения, неотработанный механизм получения роялти и его низкий размер • Переизбыток импортных семян, слабая связь селекционеров с рынком и система продвижения отечественных семян, низкий уровень сортосмены • Задержки в развитии онлайн каналов продаж в связи с недоверием потребителя качеству покупаемого товара из-за опасения получения разносортицы и сложности механизма возврата, обмена продукции. • Низкий уровень инвестиционной привлекательности отрасли, ослабление научного кадрового потенциала, нехватка современного оборудования и технологий, недостаток специализированной техники • Практика использования несертифицированного посевного материала, высокие риски
Инструменты управления условиями	• Программы импортозамещения, основанные на соблюдении целевых, сортовых ориентиров аграрной политики селекционно-семеноводческой отрасли • Разработка системы риск-менеджмента • Создание и продвижение конкурентоспособных сортов • Инвестиции в модернизацию производственной инфраструктуры, увеличение доли финансирования на исследования, совершенствование каналов сбыта продаж и развитие электронной коммерции, молодежных лабораторий • Субсидирование и дотации, стимулирования спроса • Формирование условий модернизации сельскохозяйственного производства, совершенствование инфраструктуры, развитие материально-технической базы, минимизацию рисков, посредством совершенствования механизма агрострахования, ужесточение системы сертификации и надзора и т.д.

Источник: составлено автором

Представленная в таблице 1 информация отражает взаимосвязь между основными экономическими барьерами и соответствующими мерами управления, направленными на их преодоление. Использование инструментов государственной поддержки, развитие систем риск-менеджмента, инвестиции в инфраструктуру и стимулирование спроса на отечественные семена позволяют сформировать более благоприятную среду для развития

селекции сои. При условии системной реализации указанных мер можно добиться повышения экономической устойчивости и технологической независимости российской селекции.

Экономические условия, в которых развивается селекция сои в России, характеризуются противоречивостью: с одной стороны, устойчивый спрос и высокая рентабельность культуры создают предпосылки для роста, с другой — импортозависимость, нестабильность рыночной среды, слабая материально-техническая база и недостаточная государственная поддержка существенно ограничивают темпы селекционного прогресса. В целом, исследования ученых экономистов, селекционеров, теоретиков и практиков свидетельствуют о том, что экономические условия (финансирование, материальная база, рыночная конъюнктура, государственная политика) во многом определяют темпы и успешность развития селекции сои. Формирование благоприятной экономической среды — залог создания конкурентоспособных сортов и обеспечения ими растущих потребностей агропромышленного комплекса.

Организационные условия для успешной селекции сои включают в себя наличие высококвалифицированных научных кадров, эффективно функционирующих селекционных центров и системы лицензирования новых сортов. Исторически в России сформировалась разветвлённая инфраструктура отрасли, во многом благодаря усилиям Н.И. Вавилова, который создал систему из сотен научных учреждений, включая сеть региональных селекционных станций и опорных пунктов [5]. В настоящее время данная сеть продолжает функционировать, однако существует дефицит высокоразвитых центров, оснащённых современными технологиями, такими как искусственный интеллект и цифровые решения. Система лицензирования сортов и семян также нуждается в совершенствовании для обеспечения защиты интеллектуальной собственности и увеличения мотивации к проведению селекционных работ. Важным организационным условием является внедрение системы, которая бы обеспечивала интеграцию всех этапов — от селекции и семеноводства до агрономического сопровождения сельхозпроизводителей (таблица 2).

Таблица 2

Организационные условия селекции сои, сдерживающие факторы и инструменты управления

Наименование организационных условий	• Дефицит высокотехнологичных селекционных центров • Дефицит селекционной техники • Дефицит высококвалифицированных научных кадров • Отсутствие целостно-функционирующей системы • Несовершенная система лицензирования сортов
Сдерживающие факторы	• Низкий уровень оснащённости современными технологиями: такими как искусственный интеллект и цифровые решения, а также использование устаревшего оборудования, отсутствие доступа к молекулярно-генетическим методам оценки и отбора • Использование устаревшей селекционной техники, приводящее к нарушению технологий возделывания, росту потерь с/х продукции и материально-технических затрат на их содержание и ремонт • Старение научных кадров, особенно в региональных научных центрах и опытных станциях, сокращение притока молодежи в селекционные учреждения и Вузы аграрной направленности, низкий

	уровень з/п в учреждениях аграрного научного профиля, отсутствие программ наставничества, адаптации и карьерного роста молодых ученых • Единая вертикально интегрированная система «селекция – семеноводство – лицензирование – внедрение – сопровождение» в настоящий момент отсутствует, что приводит к затруднению внедрения в практику перспективных новых сортов. Отсутствие контроля за репродукциями семян приводит к ухудшению их качественных характеристик, что сокращает урожайность, устойчивость к заболеваниям и т.д. • Низкая мотивация к проведению селекционных работ в виду отсутствия должной защиты интеллектуальной собственности, отсутствие надлежащего механизма контроля и регулирования оборота семян на региональном уровне
Инструменты управления условиями	• Развитие высокотехнологичной инфраструктуры селекции путем формирования аналитических, цифровых платформ, роботизации и автоматизации физических процессов, снижения влияния внешних факторов, а также цифровизации системы управления, автоматизации процесса селекции • Обеспечение отрасли современной селекционной техникой • Поднятие престижа профессии путем полного материального обеспечения селекционера: обеспечение жильем, обеспечение услугами здравоохранения и т.д. Применение механизма целевой подготовки кадров, созданию молодежных лабораторий и т.д. • Создание интегрированной системы селекции при помощи государственных органов (Россельхозцентр, Госсорткомиссия) и отраслевых союзов, объединение отечественных селекционеров в единую структуру • Совершенствование системы лицензирования сортов путем усиления контроля (сертификации, инспекции) за нелегальным размножением семян и оборотом нелегального посевного материала, обеспечение правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности

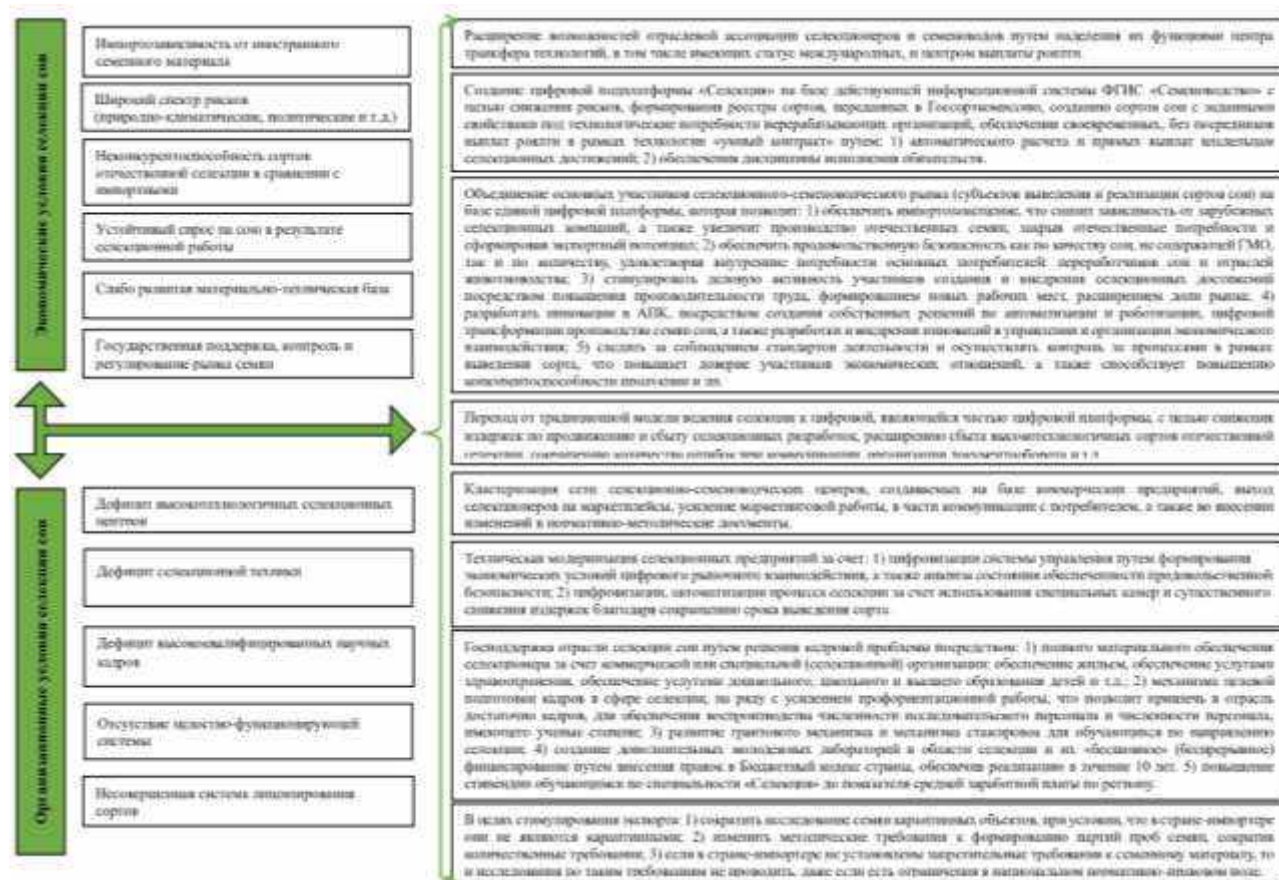
Источник: составлено автором

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод, что без налаженной организационной структуры селекция сои развиваться не может. Наличие специализированных научных центров и опорных пунктов, эффективно работающая система сортоиспытаний и лицензирования, поддержка селекционеров на законодательном уровне, а также интеграция науки с производством (через семеноводческие хозяйства и консультативные службы) – все эти условия создают благоприятную среду для появления новых высокопродуктивных сортов.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что при сочетании благоприятных экономических (финансы, спрос, поддержка) и организационных условий (институты, кадры, правила) селекция сои способна динамично развиваться, обеспечивая отечественный агропромышленный комплекс конкурентоспособными сортами этой важнейшей культуры.

Основные направления по совершенствованию экономических и организационных условий в области селекции сои в России на современном этапе развития отечественного АПК должны быть построены на интеграционных процессах, необходимости

совершенствовать существующую традиционную модель селекции сои путем перехода ее на цифровую с целью ускорения обновления сортового ассортимента, оптимизации механизма выплаты роялти и т.д. (рисунок 1).



Источник: составлено автором

Рис. 1 Совершенствование организационно-экономических условий развития селекции сои

Результаты исследования показывают, что достижение стратегических целей в области селекции сои возможно только при одновременном решении экономических и организационных задач. Сочетание финансовой поддержки, институционального развития, кадрового и технологического укрепления, а также внедрения лучших управленческих практик позволит создать устойчивую и конкурентоспособную селекционную систему, способную ответить на вызовы XXI века и обеспечить аграрную независимость России.

Библиографический список

1. Ашмарина, Т.И. Качественный аспект продовольственной безопасности / Т.И. Ашмарина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2015. – № 3(67). – С. 51–55.
2. Вишнякова, М.А. Требования к исходному материалу для селекции сои в контексте современных биотехнологий (обзор) / М.А. Вишнякова, И.В. Сеферова, М.Г. Самсонова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – № 5. – С. 3–14.

3. Дегтярева, Е.Д. Анализ состояния отечественной селекции и семеноводства сои в рамках обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации / Е.Д. Дегтярева, Ю.В. Чутчева, М.Е. Бельшкина // в сборнике: Экономика России в условиях глобальных вызовов. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск. – 2023. – С. 31–39.
4. Сергеева, Н.В. Стимулирующая роль диверсификации в организации аграрного производства / Н.В. Сергеева, Т.И. Ашмарина // Международный научный журнал. – 2018. – № 3-4. – С. 7–17.
5. Чутчева, Ю.В. Анализ состояния отечественной селекции и семеноводства сои с применением метода SWOT в современных экономических условиях / Ю.В. Чутчева, М.Е. Бельшкина, Е.Д. Дегтярева // Russian Journal of Management. – 2023. – Т. 11, № 4. – С. 481–491.
6. Чутчева, Ю.В. Семеноводство сои в Российской Федерации – текущее состояние и перспективы развития / Ю.В. Чутчева, М.Е. Бельшкина, Е.Д. Дегтярева // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 1. – С. 80–88.
7. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т.В. Бирюкова, Т.М. Ворожейкина, Е.В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144–156. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-4-144-156.

УДК 338.43

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРЕХОВОДСТВА В РФ

Ашур Махмуд Айман, аспирант кафедры экономики и организации производства, институт экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Mahmoudashoursy@gmail.com

Научный руководитель - Чутчева Юлия Васильевна, д.э.н., профессор кафедры экономики и организации производства, институт экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, yuv.chutcheva@yandex.ru

Аннотация: В этой статье рассматривается важность отрасли ореховодства в России, перспективы и возможности инвестирования в ней, рассматриваются производство и потребление орехов, с одной стороны, и импорт и экспорт орехов - с другой, и завершается статья наиболее важными выводами и рекомендациями.

Ключевые слова: Ореховодство, орех, рынок орехов, производство орехов, импорт орехов.

На сегодняшний день ореховодство в Российской Федерации является одной из самых многообещающих сфер в садоводстве и растениеводстве, так как Российская Федерация располагает большими запасами плодородных земель, оптимальным природно-климатическими условиями, богатым генетическим фондом ореховых деревьев. [4, 5].

Несмотря на санкционное давление для российских фермеров открываются многообещающие инвестиционные возможности благодаря увеличению потребления орехов и сокращению их импорта в Российскую Федерацию. Проведенные исследования показывают, что такие культуры, как грецкий орех, фундук и миндаль, обладают существенным потенциалом для замещения импортных поставок, однако некоторые виды

орехов, например, кешью и макадамиию, невозможно выращивать в отечественных климатических условиях.

Существующая зависимость от импорта орехов сопряжена с рисками, поскольку ввозимые партии не всегда соответствуют требуемым качественным стандартам. В связи с этим единственным надёжным решением для обеспечения страны орехами является развитие собственного промышленного производства. Наиболее благоприятными регионами для выращивания ореховых культур являются Северный Кавказ и Юг России, где традиционно культивируются грецкий орех и фундук. Фундук начинает плодоносить уже через 5 лет после посадки, а пик урожайности приходится на возраст 7–20 лет. Продолжительность продуктивного периода растения достигает 80 лет. Грецкий орех вступает в фазу активного плодоношения через 8–10 лет, а максимальной урожайности дерево достигает к 20 годам, сохраняя её на протяжении до 100 лет. Например, в Краснодарском крае с 12-летних деревьев собирают 24–28 кг орехов за сезон.

В общем объёме собранных орехов на юге России преобладает грецкий орех (70%), тогда как на фундук приходится 30% [2, 3]. По данным на конец 2024 года, валовой сбор культурных орехов (грецкого ореха и фундука) в России составил 26,9 тыс. тонн, и примерно 19 тысяч тонн диких орехов (включая кедровый орех и другие лесные виды), что свидетельствует о постепенном развитии отрасли.

Краснодарский край занял первое место по объёму сбора орехоплодных культур с долей 24% от общего объёма орехов, собранных в России, второе место заняла Ростовская область с показателем 16,85%, третье место - Республика Дагестан с результатом 16,76%, а четвертое - Ставропольский край с долей 16,72%. При этом основная часть собранного орехового урожая, а именно 98%, находится в хозяйствах населения, то есть у самозанятого населения, в то время как большая часть дикорастущих орехов была собрана в Сибирских и дальневосточных регионах [4].

Несмотря на то, что 80% всех мировых запасов кедровых лесов находятся именно в России, лидерство на мировом рынке кедрового ореха принадлежит Китаю, контролирующему почти 78% рынка. Это объясняется тем, что китайские предприниматели закупают сырьё (шишки или орехи в скорлупе) непосредственно в сибирских и дальневосточных регионах России, затем осуществляют глубокую переработку продукта и продают его на международном рынке с высокой маржинальностью.

После значительного сокращения производства в 1990-х годах российская ореховодческая отрасль начала постепенное восстановление с 2005 года. К 2023 году объёмы сбора достигли рекордных показателей - свыше 31 тысячи тонн ореховой продукции [4].

Рост производства обусловлен систематическим расширением площадей под орехоплодные культуры. В период 2013-2017 годов отрасль демонстрировала устойчивую положительную динамику со средним годовым приростом 5%. Однако развитие носило неравномерный характер. В 2013 году общий урожай составил 12,8 тыс. тонн, в том числе: грецкие орехи - 8,8 тыс. тонн (68,8%), а фундук - 4,0 тыс. тонн (31,2%). К 2016 году производство выросло до 18,6 тыс. тонн: грецкие орехи - 12,8 тыс. тонн (68,8%) и фундук - 5,8 тыс. тонн (31,2%). К 2017 году отрасль столкнулась с временным спадом - из-за неблагоприятных погодных условий в Крыму сбор сократился до 15,6 тыс. тонн [2]: грецкие орехи - 10,7 тыс. тонн (68,6%) и фундук - 4,9 тыс. тонн (31,4%).

Несмотря на сезонные колебания, сохраняется устойчивая пропорция между основными культурами (примерно 70% грецкого ореха и 30% фундука), что отражает сложившуюся специализацию российского ореховодства.

Общий объём потребления орехов оценивается в 51-53 тысячи тонн в год. Импорт соответствует потреблению, поскольку доля иностранной продукции на рынке орехов составляет почти 100% [2].

В период с 2014 по 2018 год объём импорта орехов в Россию увеличился на 21% - со 165 до 199 тысяч тонн, хотя динамика показателя была разнонаправленной [1].

В 2015 году объём импорта орехов сократился в первую очередь не из-за введения продовольственного эмбарго в 2014 году, а в результате снижения внутреннего спроса из-за снижения реальных располагаемых доходов населения, и резкого роста цен на орехи из-за ослабления рубля.

До того, как были приняты экономические меры в ответ на санкции Запада, из таких Европейских стран, как Германия, Австрия, Польша, Литва и Испания, было импортировано до 36 тысяч тонн орехов [2]. До введения продовольственного эмбарго в 2014 году Соединённые Штаты занимали значительную долю в российском импорте орехов, поставляя 20,2% от общего объёма ввоза этой продукции. Однако после ограничительных мер география поставщиков существенно расширилась.

Для компенсации выпавшего объёма и удовлетворения внутреннего спроса Россия стала закупать орехи у новых поставщиков, в числе которых:

- страны Латинской Америки (Аргентина, Бразилия, Чили)
- азиатские государства (Китай, Вьетнам)
- ближневосточные и кавказские производители (Турция, Азербайджан, Грузия).

Такая диверсификация источников импорта позволила не только заместить американские поставки, но и создать более устойчивую систему обеспечения российского рынка ореховой продукцией. При этом каждая из стран-поставщиков заняла свою нишу в структуре российского импорта, предлагая различные виды ореховой продукции. [1, 2, 3]. Следует также отметить, что небольшое количество орехов импортируется из таких стран, как Беларусь, Иран и Индонезия.

В период с 2016 по 2018 год объём импорта орехов в Россию увеличились, и самые высокие темпы роста импорта были зафиксированы в 2017 году, достигнув 21,8% по сравнению с 2016 годом [1].

В 2016 году было импортировано всего 990 тонн грецких орехов на 6,4 миллиона долларов, а с 2017 года объём импорта приблизился к уровню 2013 года и составил 2,5 тыс. тонн на сумму 16,3 млн долларов по сравнению с 2,8 тыс. тонн на сумму 15,1 млн долларов в 2013 году. До введения продовольственного эмбарго грецкие орехи в основном импортировались в Россию из Украины, доля которой составила 50% от общего объёма импорта в 2013 году, после чего её доля была замещена орехами из Чили, доля которых составила 51%. Ухудшение качества импортируемой продукции было отмечено из-за ограничения поставок из США и Испании, на долю которых до 2014 года приходилось примерно 60% импорта. По данным Федеральной таможенной службы, импорт орехов (включая кокосы) в Россию сократился с 340 миллионов долларов в 2014 году до примерно 170 миллионов долларов в 2017 году [2].

В период между 2014 и 2018 годами лидером среди импортируемых в Россию орехов являлся арахис, доля которого составила в среднем 71,2% от общего объема (в 2018 году этот показатель снизился до 69,3%). Второе место занимал кокосовый орех с долей около 8,9% (в 2018 году его доля увеличилась до 9,0%), а на третьем месте находился фундук с показателями порядка 6,2% (его доля в 2018 году возросла до 7,3%). [1].

В условиях санкционного давления 2024 год ознаменовался существенной перестройкой структуры российского импорта орехов. Общий объем ввозимой продукции сократился на 18%, составив 190,8 тыс. тонн против 231,9 тыс. тонн в предыдущем периоде.

Ключевые изменения коснулись географического распределения поставок:

1. Значительное сокращение закупок у традиционных поставщиков:

- Бразилия (-36,6 тыс. тонн)
- Аргентина (-19,5 тыс. тонн)
- Никарагуа (-6,7 тыс. тонн)

2. Активное наращивание импорта из новых направлений:

- Турция
- Азербайджан
- Узбекистан

Особенностью года стало возобновление поставок через европейские логистические хабы, несмотря на сохраняющееся продовольственное эмбарго. Через страны Балтии и Нидерланды осуществлялся реэкспорт ореховой продукции азиатского и латиноамериканского происхождения:

Основные транзитные каналы (2024 г.):

- Эстония - 22,2 тыс. тонн
- Латвия - 10,1 тыс. тонн
- Литва - 2,9 тыс. тонн
- Нидерланды - 1,7 тыс. тонн

Первоначальными производителями данной продукции выступали: Южная Америка (Бразилия, Аргентина) и Азиатский регион (Китай, Вьетнам, Филиппины).

Такая переориентация товаропотоков свидетельствует о формировании новых схем поставок и адаптации участников рынка к изменившимся внешнеэкономическим условиям. Ежегодно Россия импортирует свыше 230 тысяч тонн различных видов орехов. В 2024 году лидирующую позицию в структуре импорта заняли арахис, чья доля составила 70,3% (около 134,1 тыс. тонн). Арахис отличается низкой ценой и широкой востребованностью в пищевой промышленности, особенно в кондитерском производстве. Ключевым поставщиком выступал Китай, обеспечивающий ежегодные поставки в объеме 150 тонн. Другие позиции распределились следующим образом: фундук составил 8,7% (примерно 16,7 тыс. тонн), кешью — 7,9% (около 15,1 тыс. тонн), грецкие орехи — 5,7% (10,9 тыс. тонн), миндаль — 4% (7,6 тыс. тонн), прочие сорта орехов суммарно составили 3,4% (6,5 тыс. тонн). [1, 4, 5].

Параллельно с импортными операциями Россия активно развивает экспорт ореховой продукции. В 2023 году объем экспорта составил 25 тысяч тонн, при этом основными направлениями поставок стали:

- Китай (79% от общего объема)
- Чехия (6%)
- Азербайджан (6%)

- Казахстан (4%)

В 2024 году был зафиксирован значительный рост экспортных поставок - на 71% по сравнению с предыдущим периодом. Такой резкий скачок обусловлен прежде всего увеличением продаж кедровых орехов в Китай, которые составили 80% от общего объема российского орехового экспорта.

Данная динамика свидетельствует прежде всего о наращивании экспортного потенциала отечественного ореховодства, формировании устойчивого спроса на российские орехи за рубежом и особой востребованности кедровых орехов на азиатских рынках. Перспективы дальнейшего развития экспорта прежде всего связаны с расширением ассортимента поставляемой продукции, освоением новых рынков сбыта, а также повышением качества и глубины переработки орехов [4, 5].

Ореховодство в России остаётся перспективным для инвестиций и представляет собой возможность импортозамещения в соответствии с государственной политикой, а также ввиду продовольственного эмбарго, наиболее подвержены импортозамещению являются грецкие орехи, фундук и миндаль на Северном Кавказе и Юге России. Поэтому государству следует обратить внимание на развитие этой отрасли предоставляя финансовую поддержку, поощряя инвесторов и внедряя технологии и инновации для удовлетворения внутреннего спроса, достижения самообеспеченности и даже экспорта на международный рынок.

Библиографический список:

1. Анализ рынка орехов в России в 2020-2024 гг., прогноз на 2025-2029 гг. [Электронный ресурс]: Информационный ресурс Бизнес Стат. - Режим доступа: <https://businessstat.ru/catalog/id8468/>
2. Бирюкова, Т. В. Применение маркетинговых технологий продвижения товаров предприятиями АПК в условиях развития цифровой экономики / Т. В. Бирюкова, Ж. В. Коноплева // Международный научный журнал. – 2018. – № 2. – С. 33-42.
3. Совершенствование маркетинговой деятельности как основа развития стратегического потенциала рынка органической продукции / Т. В. Бирюкова, Т. М. Ворожейкина, Е. В. Энкина [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 144-156.
4. Мигунов, Р. А. Трансформация институтов государственного регулирования и обеспечение устойчивого экономического роста сельского хозяйства / Р. А. Мигунов, Е. В. Энкина // Никоновские чтения. – 2018. – № 23. – С. 129-132.
5. Тулупникова, В. А. Экономическая теория (макрэкономика) / В. А. Тулупникова, Е. В. Энкина, Н. Н. Юшина. – Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. – 76 с.
6. Чутчева, Ю. В. Вектор развития аграрной экономики после пандемии / Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина // Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 10 июня 2020 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 185-190.
7. Якименко, В. А. особенности коммерциализации продуктовых инноваций / В. А. Якименко, Н. А. Ягудаева // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 4(50). – С. 43-52.

**СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЁТА, ФИНАНСОВ И НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В
ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ»**

УДК 338.439.02: 336.132 : 631.11

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА АГРОХОЛДИНГОВ

Ахмад Адиб, аспирант, кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ahmadadeeb707@gmail.com

Костина Раиса Васильевна – к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; Kostina@ajour.ru

Аннотация: В статье рассматриваются особенности государственной поддержки агрохолдингов как ключевых субъектов агропромышленного комплекса России. Особое внимание уделено формам и инструментам государственной поддержки, влияющим на устойчивое развитие аграрного сектора, а также анализу эффективности текущих программ субсидирования. Проведён краткий обзор государственной аграрной политики и её влияния на экономику крупных сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: агрохолдинги, государственная поддержка, аграрная политика, субсидии, агропромышленный комплекс.

Агрохолдинги занимают важное место в агропромышленном комплексе (АПК) России, обеспечивая значительную часть производства сельскохозяйственной продукции, переработки и логистики. Развитие этих структур тесно связано с государственной политикой, направленной на обеспечение продовольственной безопасности, модернизацию сельского хозяйства и устойчивое развитие регионов. Государственная поддержка агрохолдингов представляет собой совокупность мер, включая финансовые субсидии, налоговые льготы, инвестиционные программы и нормативно-правовую базу, способствующих укреплению позиций крупных сельхозпроизводителей. Цель данной статьи — проанализировать формы государственной поддержки агрохолдингов в России, оценить их влияние на развитие отрасли и рассмотреть актуальные вызовы в этой сфере. Согласно данным Министерства сельского хозяйства РФ, в 2022 году объём государственной поддержки АПК составил более 340 млрд рублей, из которых значительная часть была направлена на поддержку крупных аграрных структур [1].

Механизмы государственной поддержки агрохолдингов

В России государственная поддержка агрохолдингов осуществляется через несколько основных механизмов, включающих:

- Субсидирование процентных ставок по кредитам – правительство России предоставляет субсидии для аграриев, что позволяет им получать кредиты на более выгодных условиях. Это помогает агрохолдингам финансировать свою деятельность, особенно в условиях экономических кризисов. Субсидирование кредитных ставок снижает финансовую нагрузку на предприятия, стимулируя их развитие и модернизацию производства [6].

- Прямые субсидии на производство сельскохозяйственной продукции – агрохолдинги могут получать субсидии для поддержания производства сельскохозяйственных товаров, таких как зерновые, молочные продукты, мясо и другие. Эти субсидии направлены на компенсацию части затрат, связанных с производственным процессом, и на стимулирование увеличения объемов производства [4].

- Налоговые льготы и налоговые каникулы – аграрные предприятия часто получают налоговые льготы, которые помогают снизить финансовое бремя. Например, специальные налоговые режимы для сельскохозяйственных производителей, такие как упрощенная система налогообложения, могут быть применены к агрохолдингам для упрощения налогового учета и уменьшения налоговой нагрузки [3].

- Государственная программа модернизации и инноваций – для стимулирования технологического прогресса в сельском хозяйстве российские агрохолдинги могут участвовать в государственных программах, направленных на внедрение инновационных технологий, улучшение качества сельскохозяйственной продукции и оптимизацию производственных процессов. Программы могут включать финансирование исследований и внедрение современных сельскохозяйственных технологий [4].

- Государственная поддержка в области инфраструктуры и логистики – государство оказывает поддержку агрохолдингам в сфере улучшения инфраструктуры и логистики.

Это включает в себя финансирование строительства и модернизации сельскохозяйственной инфраструктуры, такой как склады, транспортные системы и перерабатывающие мощности, что способствует улучшению логистических цепочек и снижению издержек на транспортировку сельскохозяйственной продукции [7].

Для того чтобы понять реальные тенденции в объемах государственной поддержки агропромышленного комплекса в последние годы, можно обратиться к следующей таблице, в которой представлены данные о динамике государственной помощи и доле агрохолдингов в период с 2020 по 2024 год.

Таблица 1

**Объёмы государственной поддержки агропромышленного комплекса России и
доля агрохолдингов (2020–2024 гг.)**

Год	Общий объём поддержки (млрд руб.)	Доля, направленная агрохолдингам	Дополнительные замечания
2020	300	45%	Рост на 15% по сравнению с 2019 годом
2021	320	48%	Дополнительная поддержка цифровизации и инноваций
2022	340	50%	Акцент на обеспечение продовольственной безопасности
2023	350	52%	Рост на 10% по сравнению с 2022 годом
2024	370	55%	Поддержка аграрных инноваций и технологического развития

Анализ статистических данных, представленных в таблице 1, позволяет сделать вывод о поступательном росте объёмов государственной поддержки агропромышленного комплекса России в период с 2020 по 2024 год. Особенно важно отметить увеличение доли финансирования, направленного непосредственно агрохолдингам: с 45% в 2020 году до 55% в 2024 году. Эти изменения отражают стратегический курс государства на укрепление роли крупных аграрных структур в обеспечении продовольственной безопасности, повышении эффективности производства и внедрении инновационных технологий в сельском хозяйстве.

Примечание: приведённые данные о доле поддержки, направленной агрохолдингам, являются ориентировочными и основаны на аналитических оценках и отчетах, составлено на основе данных Минсельхоза России, Росстата.

Также государственные программы, направленные на поддержку агрохолдингов, играют важную роль в обеспечении устойчивого развития аграрного сектора. Среди основных программ, на которые агрохолдинги могут претендовать, можно выделить:

- Государственная программа развития сельского хозяйства Российской Федерации (2021-2025). Эта программа охватывает широкий спектр мер государственной поддержки аграриев, включая субсидирование процентных ставок по кредитам, поддержку на закупку сельскохозяйственной техники, а также на развитие животноводства и растениеводства. В рамках этой программы также предусмотрены средства на улучшение экологии и биоразнообразия сельских территорий [4].

Помимо перечисленных механизмов, государственная поддержка агрохолдингов реализуется также через специализированные программы, направленные на достижение стратегических целей аграрной политики. Эти программы представляют собой комплексные меры, охватывающие различные аспекты деятельности аграрных предприятий — от модернизации производства до стимулирования инноваций и устойчивого развития сельских территорий.

- Программа "Агро-Старт" — это инициатива, направленная на поддержку стартапов в аграрном секторе, включая агрохолдинги. Программа предоставляет субсидии и гранты на разработку инновационных проектов и внедрение новых технологий в аграрное производство [5].

- Федеральная программа "Развитие переработки сельскохозяйственной продукции" — направлена на модернизацию перерабатывающих мощностей агрохолдингов. Программа включает финансовую поддержку на развитие новых заводов, улучшение технологической базы и повышение качества переработанных продуктов [6].

Несмотря на значительное количество программ и механизмов государственной поддержки, существуют определенные проблемы и вызовы в реализации этих мер.

Среди них:

- Неэффективность некоторых программ поддержки — несмотря на наличие множества программ, не все из них достигают своей цели из-за бюрократических препятствий и неэффективного распределения средств.

- Региональные различия в получении субсидий — существует неравномерное распределение субсидий между различными регионами России, что приводит к неравенству в уровне развития сельского хозяйства в разных частях страны.

- Проблемы с доступом к кредитам — несмотря на субсидирование процентных ставок по кредитам, не все агропредприятия могут получить кредитные ресурсы из-за сложной кредитной политики или ограниченного доступа к финансированию [7].

Государственная поддержка агрохолдингов играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и повышении конкурентоспособности отечественных производителей сельскохозяйственной продукции. В условиях цифровизации особую важность приобретает внедрение инновационных решений и информационных технологий, позволяющих оптимизировать производственные процессы, снизить издержки и повысить эффективность аграрного сектора. Важнейшим направлением государственной поддержки является субсидирование проектов цифровизации агрохолдингов, включая создание интеллектуальных систем управления сельскохозяйственным производством, автоматизацию процессов сбора урожая и логистику поставок готовой продукции [8]. Анализ показал, что действующие механизмы — субсидии, налоговые льготы, инвестиционные программы и поддержка инфраструктуры — способствуют повышению производственной эффективности и модернизации сельского хозяйства. Однако сохраняются проблемы, связанные с неравномерным распределением ресурсов и ограниченным доступом к финансированию в отдельных регионах. Для повышения результативности государственной поддержки необходимо совершенствовать систему распределения субсидий, учитывать региональные особенности и обеспечивать прозрачность в реализации программ. Дальнейшее развитие агрохолдингов должно опираться на сбалансированное взаимодействие между государством и бизнесом, ориентированное на устойчивое и инновационное развитие отрасли.

Библиографический список

1. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Государственная поддержка агропромышленного комплекса в 2022 году: статистический обзор. – М.: Минсельхоз РФ, 2023. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcx.gov.ru>
2. Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства».
3. Налоговый кодекс Российской Федерации (в ред. от 2023 г.).
4. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции на 2021–2025 годы. – М.: Минсельхоз РФ, 2021.
5. Международный центр агротехнологий. Программа поддержки стартапов «Агро-Старт». – М., 2020.
6. Минсельхоз России. Развитие переработки сельскохозяйственной продукции. – М., 2022.
7. Шапкин В.И. Государственная поддержка инфраструктуры агробизнеса // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 5. – С. 45–52.
8. Хабарова, Н. Д. Тренды цифровой трансформации в российском сельском хозяйстве / Н. Д. Хабарова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 8-1. – С. 398-408. – EDN TDOUMO.

УДК: 338.43.02

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Баишур Эссам, аспирант кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, essambashshour10@gmail.com

Зарук Наталья Федоровна – д.э.н., профессор кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А.

Аннотация: Устойчивое развитие сельского хозяйства стало глобальным приоритетом в свете растущих проблем, с которыми сталкивается мир, таких как изменение климата, деградация почв, нехватка воды и растущий спрос на продовольствие. Разные страны реагируют на эти вызовы по-разному, внедряя передовые технологии, инновационные методы и политику, способствующие устойчивому развитию сельского хозяйства. В статье представлен подробный обзор международного опыта в области устойчивого развития сельского хозяйства, с выделением ключевых примеров со всего мира и представлением доказательств из научной литературы.

Ключевые слова: Устойчивое сельское хозяйство, Агроэкология, органическое земледелие, Экономика замкнутого цикла, агролесоводство, Капельное орошение, Экологическая устойчивость,

Устойчивое развитие сельского хозяйства – это система ведения сельского хозяйства, которая направлена на удовлетворение текущих потребностей в продовольствии и сырье без ущерба для будущих поколений. Оно сочетает экономическую эффективность, экологическую безопасность и социальную справедливость. Основные принципы устойчивого сельского хозяйства:

1. Экологическая устойчивость: сохранение плодородия почв (севооборот, органическое земледелие, минимизация химических удобрений); защита водных ресурсов (экономное орошение, предотвращение загрязнения пестицидами); сокращение выбросов парниковых газов (углеродно-нейтральные технологии, агролесоводство); сохранение биоразнообразия (использование местных сортов растений и пород животных).

2. Экономическая устойчивость: повышение эффективности производства при снижении затрат (точное земледелие, энергосберегающие технологии); диверсификация доходов (развитие агротуризма, переработка продукции); поддержка малых и средних фермерских хозяйств.

3. Социальная устойчивость: обеспечение продовольственной безопасности; справедливые условия труда и достойные доходы для сельхозработников; развитие сельских территорий (инфраструктура, образование, доступ к рынкам).

Устойчивое сельское хозяйство – ключевой элемент борьбы с изменением климата, голодом и деградацией природных ресурсов. Оно поддерживается международными инициативами, такими как «Цели устойчивого развития ООН» (ЦУР 2 – «Ликвидация голода») и «Зелёная сделка» ЕС.

Российское сельское хозяйство претерпевает серьезные структурные изменения, направленные на создание более крупных сельскохозяйственных единиц и предприятий. За последние годы количество малых фермерских хозяйств в России сократилось примерно с 7100 в 2016 году до 6400 в 2021 году. Количество малых предприятий резко сократилось, в то время как количество крупных предприятий увеличилось с 2016 по 2021 год, как показано на рисунке 1.

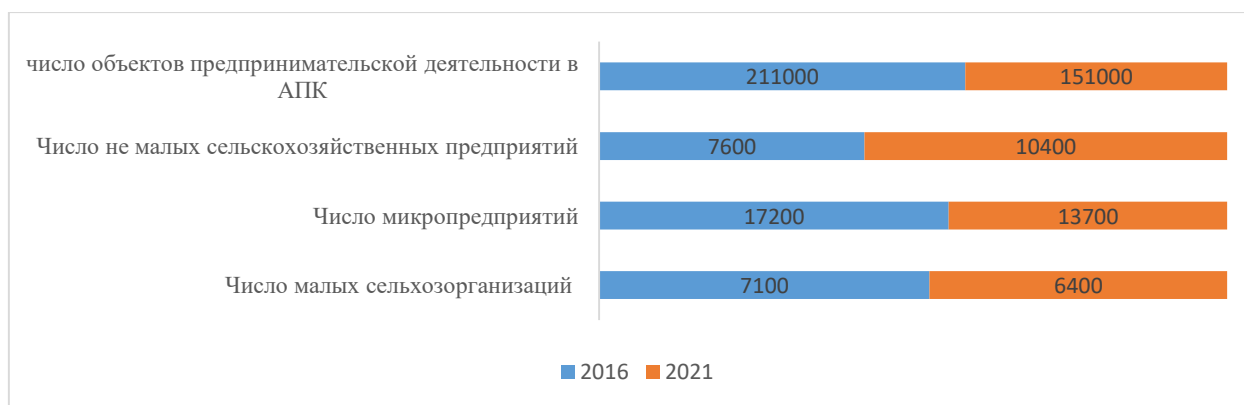


Рис. 1 Структурные изменения в сельском хозяйстве России

Мы рассмотрим зарубежный опыт нескольких стран, придерживающихся различных политик и методов развития устойчивого сельского хозяйства, таких как:

1. Китай: Китай применяет комплексную борьбу с вредителями и экологическое сельское хозяйство. В 2023 году объем сельскохозяйственного производства Китая достигло 1,69 трлн долларов США, что является крупнейшим показателем в мире, производство зерна достигло около 686 тонн, а экспорт сельскохозяйственной продукции достигло приблизительно 80 млрд долларов США. Это приводит к значительному потреблению воды — около 378 миллиардов кубометров воды в год, что составляет 63% от общего объема потребления воды в стране. Страна уделяет все больше внимания комплексной борьбе с вредителями и агроэкологии как ключевым решениям по снижению воздействия на окружающую среду и поддержанию продовольственной безопасности.

Интегрированная борьба с вредителями — это комплексный подход к борьбе с вредителями, который сочетает в себе различные методы, включая биологический контроль, агротехнические приемы и разумное использование химических пестицидов при необходимости. Интегрированная борьба с вредителями, снижающая зависимость от химических пестицидов, способствует сохранению биоразнообразия и снижению риска возникновения устойчивости к пестицидам. Внедрение комплексной борьбы с вредителями на рисовых полях в Китае позволило сократить использование пестицидов на 50%, уменьшив загрязнение окружающей среды и сохранив при этом высокую урожайность [1].

Усилия Китая в области экологического сельского хозяйства подчеркивают важность биоразнообразия, здоровья почвы и управления водными ресурсами в сельскохозяйственном производстве. Эта модель является неотъемлемой частью зеленой революции в стране, цель которой — привести производство продуктов питания в соответствие с принципами экологической устойчивости. Органическое сельское хозяйство подразумевает продвижение органического земледелия, повышение способности местных экосистем предоставлять экологические услуги и сокращение использования химикатов. Примером этого является продвижение органических удобрений и биопестицидов, которые приобрели большую популярность в таких регионах, как Сычуань и Гуандун. С политической точки зрения правительство Китая поддерживает эту практику посредством таких программ, как Программа развития органического сельского хозяйства, которая поощряет фермеров сокращать использование химических пестицидов и удобрений и использовать экологически чистые альтернативы. И, конечно же, в дополнение к использованию Интернета вещей для улучшения орошения и мониторинга урожая [2].

2. Германия: Германия стала лидером в области органического земледелия и внедрения циклической экономики в сельском хозяйстве. Политика и практика правительства отражают приверженность долгосрочной устойчивости и снижению воздействия сельскохозяйственных

систем на окружающую среду. В 2022 году производство зерна оценивалось примерно в 45 миллионов тонн, а экспорт сельскохозяйственной продукции оценивался примерно в 70 миллиардов евро в 2023 году. На сельское хозяйство приходится всего 3% от общего объема потребления воды в Германии.

Органическое земледелие: Приверженность Германии органическому земледелию была продемонстрирована активным продвижением устойчивых методов ведения сельского хозяйства и политических стимулов. В Германии один из самых высоких показателей использования органических сельскохозяйственных угодий в Европе: почти 10% общей сельскохозяйственной площади страны обрабатывается органическими методами. Федеральное правительство выделяет субсидии и обеспечивает доступ на рынки для органических продуктов, что способствует быстрому распространению органического сельского хозяйства в стране. Эти преобразования привели к улучшению состояния почв, увеличению биоразнообразия и сокращению использования химических веществ в сельском хозяйстве [3].

Экономика замкнутого цикла в сельском хозяйстве: Немецкий подход к сельскому хозяйству, основанный на экономике замкнутого цикла, направлен на сокращение отходов и повторное использование ресурсов в сельскохозяйственных системах. Например, органические отходы компостируются и используются в качестве удобрений, а навоз животных преобразуется в энергию с помощью биогазовых установок, где до 30% биоэнергии в стране вырабатывается из сельскохозяйственных отходов и навоза [4].

Кроме того, Германия внедрила методы точного земледелия, которые сокращают потребление ресурсов, предоставляя фермерам данные о состоянии почвы, погодных условиях и потребностях в урожае в режиме реального времени, что еще больше способствует внедрению устойчивых методов ведения сельского хозяйства.

3. Бразилия: Бразилия является домом для некоторых из самых биологически разнообразных экосистем в мире, включая тропические леса Амазонки, а ее сельскохозяйственные методы оказывают значительное влияние как на окружающую среду, так и на мировые продовольственные системы. В ответ на обеспокоенность по поводу вырубки лесов и деградации земель Бразилия все активнее продвигает агролесоводство и ресурсосберегающее сельское хозяйство. Производство зерна в 2023 году достигло 316 тонн, а экспорт сельскохозяйственной продукции — 159 миллиардов долларов. В этом году Бразилия стала крупнейшим в мире экспортером хлопка, экспортировав 12,4 млн тюков.

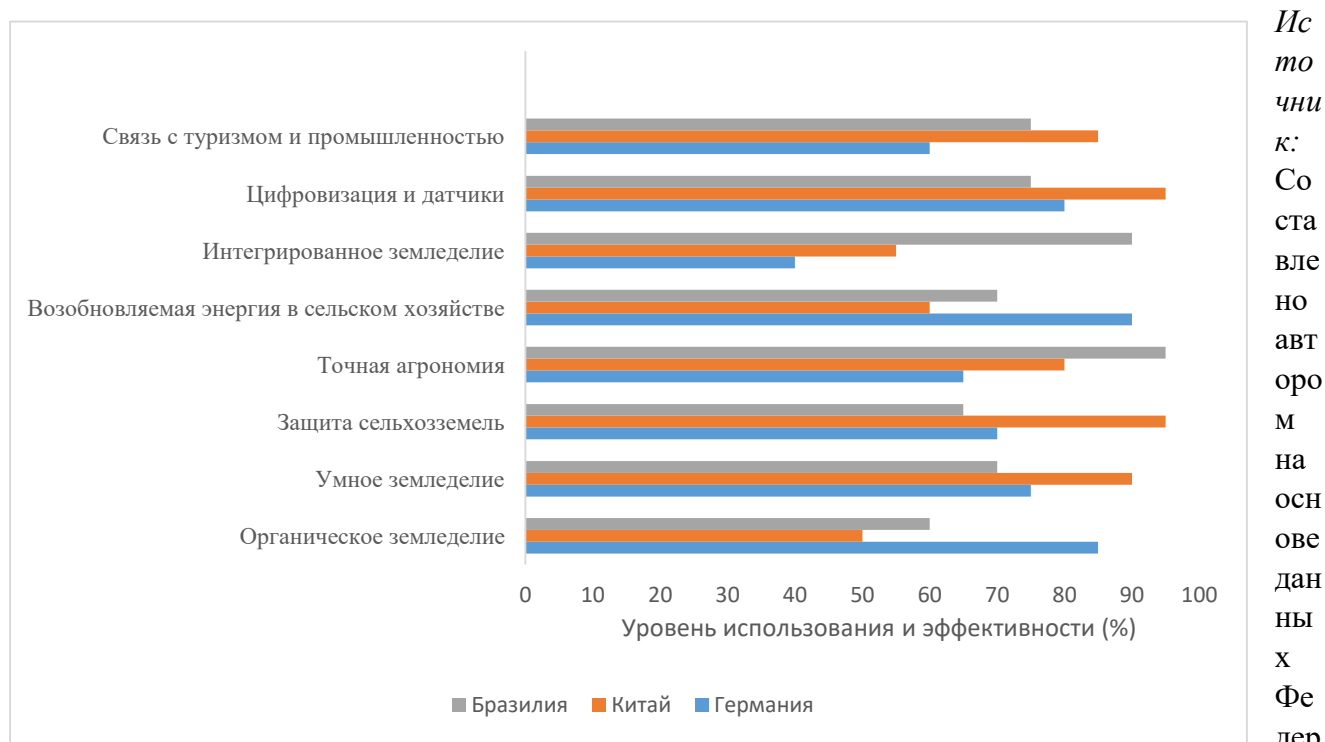
Агролесомелиоративные системы: Агролесомелиорация в Бразилии объединяет выращивание деревьев с растениеводством и животноводством, увеличивая биоразнообразие и повышая устойчивость сельскохозяйственных систем. Эти системы обладают рядом экологических преимуществ, включая повышение плодородия почв, улучшение влагоудержания и снижение эрозии. Системы агролесомелиорации в регионе Амазонки сыграли важную роль в снижении нагрузки на естественные леса, предлагая альтернативные источники средств к существованию и повышая продуктивность земель [5].

Природоохранное сельское хозяйство: Природоохранное земледелие в Бразилии направлено на минимизацию воздействия на почву, поддержание почвенного покрова и соблюдение севооборота. Этот метод получил широкое распространение в бразильском регионе Серрадо, где он значительно улучшил качество почвы и снизил риск эрозии. Природоохранные методы, такие как обработка почвы без обработки почвы и мульчирование, также помогли увеличить задержку влаги в почве, сделав сельское хозяйство более устойчивым к засухе [6].

Правительство Бразилии поддерживает эту практику с помощью таких мер, как программа низкоуглеродного сельского хозяйства (программа ABC), которая предлагает финансовые стимулы фермерам, внедряющим устойчивые методы ведения сельского хозяйства.

На рисунке 2 сравнивается уровень использования и эффективности механизмов

устойчивого сельского хозяйства в Германии, Китае и Бразилии по ключевым категориям. Это показывает, что Китай лидирует в области интеллектуального сельского хозяйства и защиты сельскохозяйственных земель, в то время как Бразилия демонстрирует силу в области точного земледелия и интегрированного сельского хозяйства, а Германия лидирует в области органического сельского хозяйства и возобновляемых источников энергии.



ального ведомства Германии [7].

Рис. 2 Сравнение механизмов устойчивого сельского хозяйства в Германии, Китае и Бразилии

Германия, Бразилия, и Китай, иллюстрирует разнообразие подходов к устойчивому развитию сельского хозяйства. От точного земледелия и ведения сельского хозяйства с учетом климатических условий до агролесоводства и органического земледелия, эти страны демонстрируют, что устойчивые методы могут повысить производительность сельского хозяйства при одновременной защите природных ресурсов. Постоянное внедрение и адаптация этих методов, подкрепленных наукой и инновациями, будет иметь важное значение для обеспечения глобальной продовольственной безопасности и экологической устойчивости для будущих поколений.

Библиографический список

12. Wu W., Zhang X., Liu J. Sustainable agriculture and Integrated Pest Management in China // Sustainable Agriculture Research. 2020. Vol. 9, № 3. P. 15–29.
13. Huang J., Yang J., Xie Z. China's Green Revolution 2.0: Agroecology and Sustainable Development // Environmental Sustainability Review. 2018. Vol. 22, № 4. P. 320–335.
14. Padel S., Lampkin N. The Role of Organic Farming in the Transition to a Sustainable Agriculture // Agricultural Systems. 2017. Vol. 152. P. 34–45.
15. Schaefer M., Braun J., Klaus C. Circular Economy and Organic Farming in Germany: A Case Study // Environmental Science and Policy. 2019. Vol. 92. P. 89–95.
16. Nair P. K. R., Garrity D. P. Agroforestry Systems and their Role in Sustainable

Agriculture // Agricultural Systems. 2015. Vol. 137. P. 23–29.

17. Pretty J., Toulmin C., Williams S. Sustainable Agriculture and Land Restoration in Brazil: The Role of Conservation Agriculture // Journal of Environmental Management. 2018. Vol. 223. P. 10–20.

18. Органическое сельское хозяйство. Федеральное статистическое управление Германии. Получено с <https://www.umweltbundesamt.de/en/data/environmental-indicators/indicator-organic-farming#environmental-importance> (дата обращения 24.05.2025)

УДК 338.439.02: 336.132 : 631.11

СТРАТЕГИИ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ, ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Ван Чжои, аспирант кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azhuooooiii@gmail.com

Хоружий Людмила Ивановна, профессор кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, hli@rgau-msha.ru

Аннотация: В условиях жесткой рыночной конкуренции молочная отрасль должна стремиться к интеллектуальной цифровой трансформации, чтобы сохранить лидирующие позиции и способствовать развитию всей индустрии. Это стало ключевым путем к внедрению точного управления, снижению производственных издержек, повышению эффективности и укреплению устойчивости предприятий к рискам. В данной статье рассматривается текущее состояние применения интеллектуальных технологий в молочном животноводстве, выявляются существующие проблемы и предлагаются решения. Особое внимание уделяется таким технологиям, как интеллектуальное кормление, мониторинг здоровья и система раннего предупреждения рисков, а также их роли в повышении эффективности и управлении рисками. На этой основе предлагаются стратегии снижения затрат, повышения эффективности и управления рисками, что обеспечивает теоретическую и практическую поддержку для устойчивого и высококачественного развития предприятий молочного животноводства.

Ключевые слова: интеллектуальная цифровая трансформация, молочное животноводство, точное кормление, интеллектуальный мониторинг, контроль затрат.

1. Значение интеллектуальной цифровой трансформации в молочном животноводстве

1.1 Повышение производственной эффективности

Традиционные методы ведения животноводства характеризуются высокой зависимостью от человеческого труда и неэффективным использованием ресурсов. Интеллектуальные цифровые технологии позволяют внедрять автоматизированное оборудование и умные системы, что делает производственные процессы более точными и эффективными. Например, интеллектуальные системы кормления с использованием алгоритмов обработки больших данных позволяют отслеживать поведенческие особенности потребления корма у коров, динамически регулировать состав кормов и осуществлять точное дозирование, снижая потери. Автоматизированные доильные установки обеспечивают непрерывную и эффективную работу, одновременно фиксируя объёмы надоев и показатели

качества молока, что создаёт базу для последующего анализа питания и мониторинга здоровья животных.

Кроме того, платформы управления на базе Интернета вещей (IoT) могут автоматически регулировать температуру и влажность в коровниках, а также включать и выключать вентиляцию, обеспечивая оптимальные условия содержания скота. Это способствует повышению общей производственной эффективности и качества молока.

1.2 Усиление контроля рисков

Цифровые технологии позволяют осуществлять непрерывный и оперативный мониторинг физиологического состояния животных, что способствует своевременному выявлению признаков заболевания — таких как повышение температуры, аномальная подвижность или потеря аппетита. Это обеспечивает раннюю диагностику и лечение, значительно улучшая систему профилактики заболеваний.

Системы мониторинга окружающей среды осуществляют комплексный контроль условий содержания. При обнаружении отклонений от нормы они могут заранее предупредить о природных бедствиях или загрязнении окружающей среды.

2. Текущее состояние применения интеллектуальных цифровых технологий в молочном животноводстве

2.1 Применение системы точного кормления

В настоящее время некоторые крупные молочные хозяйства внедрили системы точного управления кормлением. Эти системы объединяют технологии сенсоров, распознавания изображений и анализа данных, обеспечивая цифровое управление всеми этапами — от поступления и расхода кормов, подбора питательных рационов и отслеживания кормового поведения до расчёта затрат. Система способна обеспечивать индивидуальное кормление в зависимости от физиологического состояния коров (например, в период лактации или беременности), что способствует улучшению их здоровья, значительному повышению надоев и эффективности использования кормов.

Кроме того, система управляет запасами и закупками кормов: отслеживает уровень складских остатков в реальном времени и, исходя из масштабов производства и графика кормления, оптимизирует сроки и объёмы закупок. Это позволяет эффективно снижать кормовые издержки и повышать экономическую эффективность фермы.

2.2 Применение системы интеллектуального мониторинга здоровья

Системы интеллектуального мониторинга здоровья играют важную роль в молочном животноводстве. С помощью носимых сенсоров, закреплённых на животных, осуществляется непрерывный мониторинг таких ключевых показателей, как температура тела, частота сердечных сокращений и уровень активности. Данные анализируются в сочетании с параметрами внешней среды. При выявлении отклонений система мгновенно подаёт сигнал тревоги, что позволяет персоналу быстро принять меры [6].

Благодаря мощным аналитическим функциям, система также может проводить предварительную диагностику заболеваний и предлагать соответствующие рекомендации по лечению, что значительно повышает уровень профилактики и контроля заболеваний.

3. Проблемы, с которыми сталкиваются предприятия молочного животноводства при интеллектуальной цифровой трансформации

3.1 Недостаток цифровых кадров в молочной отрасли

С углублением процессов цифровизации возрастает потребность молочной отрасли в квалифицированных кадрах. Будучи ключевым сектором, имеющим важное значение для народного хозяйства, молочное животноводство активно вовлекается в конкурентную гонку цифровой трансформации. Однако в настоящее время в отрасли преобладают специалисты с традиционным аграрным образованием, в то время как высококвалифицированных

цифровых кадров остро не хватает [7]. Это затрудняет реализацию задач, связанных с интеграцией систем, техническим обслуживанием оборудования и анализом данных.

Особенно остро проблема стоит в малых и средних предприятиях, где из-за отсутствия профессиональных команд цифровая трансформация часто ограничивается закупкой оборудования без эффективного использования программных решений, что приводит к низкой окупаемости инвестиций. Поэтому отрасли необходимо активизировать подготовку специалистов и развивать команды с междисциплинарной квалификацией [5].

3.2 Недостаточное использование и анализ данных

В молочном животноводстве широко распространена проблема «информационных островов». Несмотря на накопление больших объёмов данных, их интеграция и глубина анализа остаются на низком уровне, что мешает принятию научно обоснованных управленческих решений. Например, при снижении надоев предприятия зачастую ограничиваются статистическим учётом, не анализируя комплексно влияние рациона, здоровья животных и условий содержания.

3.3 Риски, связанные с изменчивостью рынка

Молочная отрасль сталкивается с двойным вызовом: непредсказуемостью рыночной конъюнктуры и быстрым развитием технологий. С одной стороны, колебания спроса и усиление конкуренции затрудняют планирование масштабов производства и контроль качества. С другой стороны, появление новых технологий требует постоянных инвестиций в их освоение и внедрение, а ошибки при выборе технологических решений могут привести к значительным потерям. Кроме того, высокая степень неопределённости усложняет формирование долгосрочной стратегии развития предприятий.

4. Стратегии снижения затрат и повышения эффективности в молочном животноводстве на фоне интеллектуальной цифровой трансформации

4.1 Оптимизация кормовых рационов и повышение эффективности использования кормов

Применение технологий анализа больших данных для построения интеллектуальной системы кормления позволяет разрабатывать научно обоснованные кормовые схемы в зависимости от физиологического состояния коров. Это даёт возможность динамически корректировать состав кормов, исходя из анализа кормового поведения, перевариваемости и уровня надоев, обеспечивая индивидуализированное питание и максимизируя эффективность использования кормов.

Дополнительно, с помощью технологии блокчейн и Интернета вещей можно создать систему отслеживания качества кормов, что позволяет контролировать происхождение сырья и прозрачность логистики. Это повышает безопасность и эффективность использования кормов.

4.2 Внедрение автоматизированного оборудования для снижения затрат

Автоматизация является ключом к снижению издержек и повышению эффективности. Внедрение автоматических систем кормления, интеллектуальных доильных установок, роботов для уборки навоза и систем микроклимата позволяет значительно сократить потребность в рабочей силе и снизить вероятность ошибок [4]. Также важно создать систему технического обслуживания оборудования, подготовить квалифицированный персонал и внедрить план профилактического обслуживания, что позволит продлить срок службы техники.

Для снижения первоначальных финансовых затрат небольшим хозяйствам рекомендуется использовать аренду оборудования или рассрочку, а также разрабатывать систему оценки и обслуживания техники для повышения рентабельности инвестиций.

4.3 Применение цифровых технологий для повышения эффективности

воспроизводства

Благодаря установке биосенсоров на животных можно в режиме реального времени отслеживать циклы половой активности коров, что позволяет повысить точность определения охоты. Искусственный интеллект помогает анализировать поведенческие изменения, позволяя оптимально планировать искусственное осеменение или пересадку эмбрионов. Технология пересадки эмбрионов способствует быстрому увеличению числа высокопродуктивных животных, улучшает генетический состав стада и способствует повышению удоев на ферме.

5. Стратегии управления рисками в молочном животноводстве в условиях интеллектуальной цифровой трансформации

5.1 Создание системы раннего предупреждения рисков

Необходимо построить интеллектуальную платформу раннего предупреждения, объединяющую данные о здоровье животных, физиологическом состоянии, окружающей среде и рыночной ситуации. Внедрение многоуровневой системы оповещения, основанной на исторических данных и моделях машинного обучения, позволяет повысить предсказуемость событий и оперативность реагирования.

Регулярные тренировки и оптимизация системных процессов помогают повысить готовность к чрезвычайным ситуациям (таким как эпидемии или экстремальные погодные условия) и ускорить восстановление после сбоев.

5.2 Усиление профилактики и контроля заболеваний

Следует создать интеллектуальную систему профилактики, охватывающую весь процесс — от предупреждения заражения до ликвидации очагов. Важными элементами являются: система ведения электронных медицинских карт, индивидуальные программы вакцинации, меры биобезопасности и механизмы обмена информацией о заболеваниях в пределах региона.

Интеграция с облачными платформами обеспечивает централизованное управление и возможность дистанционной диагностики, что значительно повышает эффективность санитарно-ветеринарного контроля.

5.3 Противодействие рыночным рискам

Важно усилить сбор и анализ рыночной информации, используя ИИ-модели для прогнозирования тенденций продаж, что позволит гибко корректировать ассортимент продукции и производственные мощности.

Одновременно необходимо развивать брендинг молочной продукции и расширять каналы сбыта через электронную коммерцию. Это повышает добавленную стоимость продукции и устойчивость к колебаниям рыночной конъюнктуры.

Заключение

Интеллектуальная цифровая трансформация становится ключевым направлением развития молочного животноводства. Она демонстрирует значительные преимущества в повышении производственной эффективности, оптимизации распределения ресурсов и усилении управления рисками. В будущем предприятия должны сосредоточиться на системной и платформенной интеграции, способствуя глубокой интеграции интеллектуального оборудования, больших данных и искусственного интеллекта с управлением животноводством. Кроме того, необходимо активно развивать кадровый потенциал, внедрять инновационные управленческие механизмы и проводить стратегическую трансформацию, чтобы сформировать устойчивую и высококачественную современную систему молочного животноводства.

Библиографический список

1. Чжао Цуй, Чжан Бэйбэй. Размышления о цифровой и интеллектуальной трансформации корпоративных финансов [J]. Экономика и технологии сотрудничества, 2024 (17): 155–157.
2. У Хуабинь, Чжу Цзиянь, Фу Ифань. Проблемы и предложения по развитию животноводства в эпоху цифрового интеллекта [J]. Животноводческая индустрия, 2024 (04): 40–46.
3. Ван Хуайной, Ло Тунбяо, Лю Цян и др. Изучение и практика подготовки кадров для цифровой трансформации животноводства: пример из отрасли [J]. Наука о свиноводстве, 2023, 40 (09): 46–49.
4. Демина, Е. А. Экономические эффекты использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / Е. А. Демина, Н. Д. Хабарова // Научные исследования - сельскохозяйственному производству : Материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 20 марта 2025 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2025. – С. 115-119. – EDN JZNYNH.
5. Платоновский, Н. Г. Адаптивное обучение в системе современного образования в условиях цифровой трансформации / Н. Г. Платоновский, Н. Д. Хабарова // Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве : МАТЕРИАЛЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ФОРУМА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, Иркутск, 26–29 сентября 2023 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 89-95. – EDN INDLWY.
6. Хоружий, Л. И. Оценка механизмов регулирования инновационной деятельности организаций АПК / Л. И. Хоружий, Н. Ю. Трясцина, Н. А. Трясцин // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2025. – Т. 22, № 3(259). – С. 218-227. – DOI 10.33920/sel-11-2503-06. – EDN IXXUZI.
7. Хабарова, Н. Д. Кадровый потенциал АПК региона как основа устойчивого инновационного развития / Н. Д. Хабарова // Стратегические приоритеты социально-экономического развития территорий : Материалы Международного круглого стола, Донецк, 27 ноября 2024 года. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2025. – С. 190-194. – EDN XFVSCQE.

УДК 657

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Гасанова Наргиз Тофиковна старший преподаватель кафедры «Финансы и бухгалтерский учет» АГАУ, nargizaliyeva@inbox.ru.

***Аннотация:** Неизбежно, что специалисты, работающие в сфере бухгалтерского учета, которая является одним из секторов, где цифровая трансформация жизненно важна и необходима, будут адаптироваться к цифровой трансформации. Возможно, один из важнейших этапов адаптации к этому процессу начинается с использования электронных приложений, созданных в рамках цифровой трансформации. Соответственно, это исследование было проведено на основе модели принятия технологий, которая является важным справочным источником для понимания причин использования и принятия новых технологий. Это исследование выявило переменные, которые могут положительно повлиять на готовность и намерения профессиональных бухгалтеров использовать электронные приложения. Можно сказать, что результаты*

исследования важны для практиков и специалистов, которые хотят эффективно реализовать адаптацию профессиональных бухгалтеров в процессе цифровой трансформации.

Ключевые слова: *учет, отчетность, XBRL, цифровизация*

Сегодня цифровой учет является важным ресурсом и услугой, предоставляемой информационными технологиями. Компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения для бухгалтерского учета, все чаще используют возможности, предоставляемые цифровой бухгалтерией. Сегодня цифровой учет, который заменяет традиционные бухгалтерские компьютерные программы, создал интернет-систему, которая позволяет многим компаниям более эффективно управлять финансовой информацией. Кроме того, цифровой учет предоставляет инфраструктурную услугу, которая может удовлетворить все потребности компаний.

Как и все другие профессии, бухгалтерская профессия подверглась влиянию технологий. Особенно в последнее время невозможно вести бухгалтерский учет без автоматизации [2]. Эти разработки в области информационных технологий вывели компьютеры на передний план в бухгалтерской профессии. В ходе этого процесса он также влияет на операции, выполняемые представителями бухгалтерской профессии. В то время как бухгалтерские операции в основном выполнялись с помощью письменных документов, в последние годы они выполняются полностью в электронном виде.

В качестве одного из примеров расширения процессов цифровизации в Азербайджане было принято решение вести бухгалтерский учет в бюджетных организациях полностью в электронной форме. Это нашло отражение в недавних поправках в Закон «О бухгалтерском учете», утвержденных президентом Ильхамом Алиевым.

Согласно поправкам, все субъекты бухгалтерского учета должны вести бухгалтерский учет только в электронном виде и представлять финансовую отчетность в соответствующие органы в соответствии с Законом «Об электронной подписи и электронном документе».

Информационные технологии существенно изменили роль профессионального бухгалтера. Бухгалтер играет решающую роль в создании и управлении этими системами, а также в использовании и развитии информационных систем. Для сильного будущего бухгалтерской профессии необходимы профессиональные бухгалтеры, которые хорошо знакомы с информационными технологиями и которые способны постоянно учиться [1]. Обмен информацией между информационными технологиями устраняет необходимость вручную загружать в систему данные, полученные традиционными методами, или счета-фактуры из других электронных источников, а также рабочая нагрузка бухгалтеров снижается.

Безопасность данных выделяется как самая большая проблема и препятствие для пользователей при рассмотрении перехода на цифровизацию систем учета. Пользователи обеспокоены рисками потери контроля над данными с помощью такой технологии [3]. Бухгалтеры, не обладающие достаточными знаниями в области информационных технологий, не могут эффективно использовать технологии защиты данных, поскольку не знают деталей процессов информационной безопасности. Хотя информационные технологии ускоряют, упрощают и обновляют функции учета, а также обеспечивают удобство и скорость передачи информации, они также приносят много проблем с безопасностью.

Данные учета в компаниях готовятся в цифровой среде и предоставляются пользователям благодаря информационным технологиям. В зависимости от размера фирмы бухгалтерские записи могут находиться только на главном компьютере, или фирмы могут создавать собственные отделы обработки данных и связывать бухгалтерский учет с этим отделом. Угрозы, связанные с данными, для компаний можно разделить на две части. Эти угрозы являются внутренними и внешними. Угрозы внутри компании могут исходить как от бухгалтерии, так и от других отделов [4]. Угрозы за пределами компании могут исходить от конкурентов и хакеров (кибератаки). Кроме того, в качестве примеров внешних угроз можно привести стихийные бедствия (повреждение серверов в результате стихийных бедствий) [5].

Развитие компьютеров и электронных сетей в настоящее время затронуло практически все области бухгалтерского учета. Легко предоставить общий список затрат и выгод этих воздействий. Задача состоит в том, чтобы количественно оценить эти выгоды и затраты с разумной точностью. Выгоды и затраты программных средств и цифрового учета показаны в Таблице 1.

Таблица 1

Преимущества и недостатки цифрового учета

Преимущества	Недостатки
Автоматизация и ускорение ежедневных операций (одобрение кредитов, платежи и взыскания, регистрация транзакций, закрытие счетов, отчетность) позволяет освободить больше времени для более качественного анализа.	Требования безопасности, контроля и аудита для финансовых транзакций должны быть рассмотрены во время начальной конфигурации. Если начальная конфигурация системы неверна или интеграция программного обеспечения ERP с устаревшими системами неверна, затраты возрастут.
Широкий охват	Расходы на консультантов, понесенные на начальном этапе
Обеспечивает непрерывное обслуживание, круглосуточный доступ и большую удовлетворенность внутренних и внешних клиентов.	Изменения в затратах, процессах, системах обработки данных и отчетности
Снижение маржи ошибки	Необходимость продолжения или переподготовки персонала с определенными навыками
Сокращение штата бухгалтеров и повышение производительности	Соппротивление сотрудников изменениям

Недавно в Азербайджане открылись новые возможности для применения Международного XBRL (расширяемый язык бизнес-отчетности) рядом с бухгалтерскими программами, такими как «1С: Предприятие», "Günəş", Azmuhasib, Logo и другими.

Международные стандарты бухгалтерского учета (МСБУ) и Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО) предоставляют широкую свободу для принятия решений специалистами, включая решение о формате представления результатов и финансовой отчетности, относящейся к «промежуточным» результатам, а

также их структуре. Использование XBRL не только позволяет разрабатывать сложные формы отчетности, но и упрощает проектирование, публикацию и обмен отчетами в электронном виде.

С введением XBRL процесс анализа финансовой информации различными пользователями стал проще и быстрее. Это связано с повышенной интероперабельностью отчетов различных организаций, поскольку XBRL поддерживает как текстовые, так и числовые данные, что позволяет более эффективно сравнивать финансовую информацию между экономическими объектами.

Библиографический список

1. Гасанова Н. Т. Современные информационные технологии в бухгалтерском учете / Н. Т. Гасанова // Молодая наука – 2024 : Ярославль, 13–14 апр. 2024 г. – В 4 ч. – Ярославль, 2024. – С. 47–50. – EDN KFJKHO.
2. Гилева Д. В. Цифровизация в бухгалтерском учете // Вестник ГУУ. 2022. №2.
3. Созаева Т. Х., Гурфова С. А. Цифровизация агроформирований региона: современное состояние, проблемы и перспективы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2023. – № 2 (40). – С. 155–167.
4. Тимофеев Е. И., Родионова И. А. Управление развитием цифрового сельского хозяйства на основе проектного подхода // Агрофорсайт. – 2022. – № 2 (39). – С. 101–108. EDN RJZIFR.
5. Шамшурина Ю. А. Анализ влияния цифровизации на учетно-аналитическое обеспечение деятельности сельскохозяйственных предприятий // Научный журнал молодых ученых. – 2024. – № 2 (37). – С. 128–132.

УДК 338.439.02: 336.132 : 631.11

СТРАХОВАНИЕ РИСКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В НЕСТАБИЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Дрей Хассан, аспирант, кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Kostina@ajour.ru

Костина Раиса Васильевна – к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; Kostina@ajour.ru

Аннотация: В статье рассматриваются нестабильные экономические условия, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные компании. Анализируются факторы, влияющие на рентабельность сельского хозяйства, такие как высокие урожаи, низкие цены на продукцию и растущие затраты на производство. Обсуждаются проблемы, связанные с пошлинами, квотами, страховыми тарифами и логистикой, а также проблема трудовых ресурсов. В статье делается вывод о том, что нестабильность экономических условий создаёт риски для сельскохозяйственных компаний и требует адаптации к новым условиям для сохранения и развития их деятельности. Авторы предлагают комплексный подход к решению этой проблемы, включая государственное

регулирование, разработку единых резервных фондов и активное участие страховых компаний

Ключевые слова: страхование, агропромышленный комплекс, погодные риски, регуляторные риски, агрострахование, государственная поддержка.

Во многих странах осуществляется активная поддержка организации страховой защиты организаций сельскохозяйственной отрасли, подверженных различным рискам, таким как погодные условия, стихийные бедствия, колебания цен на рынке и регуляторные изменения. В связи с этим страхование сельскохозяйственных рисков приобретает особую актуальность в нестабильных экономических условиях. В статье рассматривается проблема страхования сельскохозяйственных рисков и предлагаются пути её решения с учётом специфики отрасли и современных вызовов.

Важной составляющей процесса управления рисками сельскохозяйственных организаций является их трансферт, осуществляемый через страхование. Страхование в сфере организации кредитных отношений, как показывает зарубежный опыт, занимает важное место

В то же время виды страхования, применяемые при заключении кредитных договоров, можно объединить в понятие «кредитное страхование», причем рассматривать его необходимо, как совокупность видов страхования, которые имеют целью снизить кредитный риск, как на уровне заемщика, так и на уровне кредитора. Эффективное и взвешенное использование видов кредитного страхования, как показывает зарубежный опыт, является средством снижения стоимости кредитных ресурсов, способствует уменьшению требований к обеспечению по кредитному соглашению и создает замкнутую систему управления в рамках кредитных рисков сельскохозяйственных организаций,

Российские компании столкнулись с нестабильными экономическими условиями, вызванными экономическим кризисом, падением цен на нефть, международными санкциями и другими факторами. Это привело к снижению покупательной способности населения, уменьшению инвестиций в бизнес, девальвации национальной валюты и значительному увеличению инфляции.

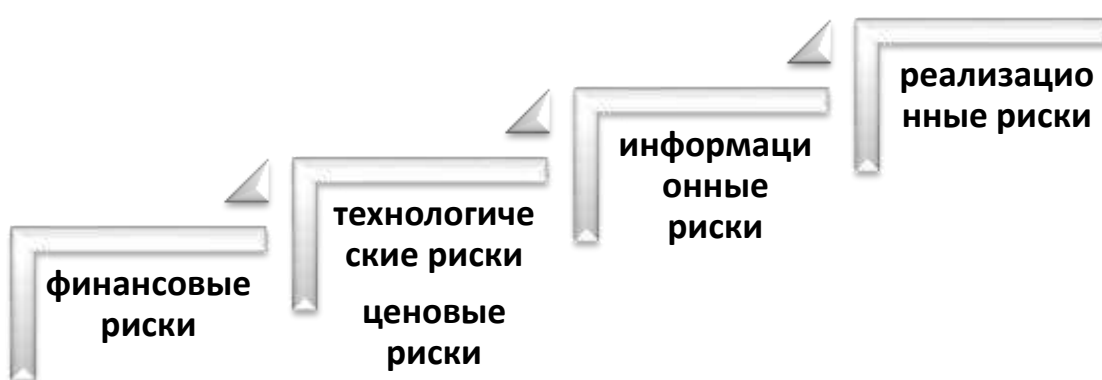


Рис. 1 Риски, с которыми сталкиваются компании

Математическое соотношение для измерения риска использует формулу коэффициента вариации (coefficient of variation), которая измеряет риск, приходящийся на доходность финансового инструмента. Формула коэффициента вариации выглядит следующим образом

$$\text{Коэффициент вариации: } \frac{\text{стандартное отклонение}}{\text{средняя доходность}}$$

где стандартное отклонение — это мера изменчивости доходности актива, а средняя доходность — это среднее значение доходности за определённый период времени

Корпоративное страхование рисков включает методы, инструменты, виды и хеджирование рисков. Методы страхования включают полное, частичное и классическое хеджирование. Инструменты страхования включают фьючерсы, форварды, опционы и свопы. Виды хеджирования включают страхование покупателя и продавца, а также чистое и перекрестное хеджирование. Хеджирование рисков может быть односторонним или двусторонним.

финансовые риски	Логистические риски	Производственные риски
	Риски в сельскохозяйственном предприятии	

Рис. 2 Риски в сельскохозяйственных компаниях

Страхование кредитов, к которому обращаются коммерческие банки с целью защиты собственных финансовых интересов при кредитовании сельскохозяйственных организаций, не соответствует рискам, которые являются причиной невозврата кредитов в сельском хозяйстве.

Анализ правил по таким видам страхования показал, что в них не включены риски стихийных бедствий, введения карантина, пожара. Страхование залога, кредитов, как метода управления в рамках кредитного риска на уровне коммерческого банка, требует совершенствования методических подходов. Анализ кредитоспособности заемщика сельскохозяйственного предприятия в этом случае является одним из основных механизмов управления рисками на уровне коммерческого банка.

Страхование рисков сельскохозяйственных компаний включает страховку урожая, сельхозкультур и животных. Страховая компания «Сбербанк страхование» предлагает программы государственной поддержки (260-ФЗ) и страхование рисков целиком за счёт собственных средств предприятия или хозяйства.

Концепция сельскохозяйственного страхования заключается в страховании имущественных интересов, связанных с риском утраты (гибели) урожая сельскохозяйственных культур, посадок многолетних насаждений, сельскохозяйственных животных и объектов товарной аквакультуры. Страхование осуществляется в соответствии с Федеральным законом и другими федеральными законами, с государственной поддержкой для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В статье рассматривается проблема страхования рисков сельскохозяйственных проектов в условиях нестабильной экономики. Авторы предлагают комплексный подход к решению этой проблемы, включая государственное регулирование, разработку единых резервных фондов и активное участие страховых компаний. Такой подход позволит эффективно распределять страховые взносы между регионами и целенаправленно использовать их для компенсации убытков в случае неблагоприятных погодных условий или экономических кризисов.

Библиографический список

1. Клишина Ю. Е., Углицких О. Н. Страхование сельскохозяйственных рисков как фактор привлечения инвестиций в аграрный сектор экономики // Экономика сельского хозяйства России. — 2018. — № 4. — С. 2–13.
2. Страхование сельскохозяйственных культур в системе государственного регулирования агропромышленного производства, кандидат экономических наук Верзилин С. А., 2023 год.
3. Обоснование организационно-экономических мер государственной поддержки страхования урожаев сельскохозяйственных культур, кандидат экономических наук Нитяго И. В., 2020 год.
4. Страхование в условиях трансформации агропромышленного производства России, доктор экономических наук Бондаренко Л. Н., 2018 год.
5. Государственно-частное партнёрство в страховании сельскохозяйственных рисков, кандидат экономических наук Щербаков В. В., 2021 год.
6. Методологические и организационные основы страхования будущего урожая, доктор экономических наук Ломакина Т. П., 2021 год.
7. Государственная поддержка страхования сельскохозяйственных рисков: теория, методология и практика, часть автореферата диссертации.
8. Клишина Ю. Е., Углицких О. Н. Страхование сельскохозяйственных рисков как фактор привлечения инвестиций в аграрный сектор экономики // Экономика сельского хозяйства России. — 2019. — № 4. — С. 2–13.

УДК 657.1

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА, ФИНАНСОВ И НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Дубраков Иван Константинович, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г.Белгород, Россия, dubrakovi@bk.ru

Коломыцева Елена Павловна, ст. преподаватель, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г.Белгород, Россия

Аннотация: *Сегодняшние информационно-коммуникационные технологии коренным образом преобразуют традиционные методы ведения бухгалтерского учета, финансового менеджмента и налогообложения. Процесс перехода на цифровые платформы приносит бизнесу много преимуществ, одновременно порождая трудности, такие как риски кибератак, потребность переобучения сотрудников и сложность внедрения новых автоматизированных систем в действующие структуры предприятий. Данная статья посвящена рассмотрению основных трудностей, возникающих у работников финансовой и учетной сфер, а также предоставлению рекомендаций по эффективному использованию инструментов информационных технологий для их преодоления.*

Ключевые слова: *Информатизация, бухгалтерский учет, управление финансами, налогообложение, кибербезопасность.*

Современные информационные технологии кардинально меняют подходы к бухгалтерскому учету, финансовому управлению и налогообложению. Однако, как отмечает Смирнов А.В., цифровизация не только открывает новые возможности, но и создает ряд проблем, таких как киберугрозы, необходимость адаптации персонала и сложности интеграции новых систем в существующие бизнес-процессы [1].

В этой статье мы рассмотрим ключевые проблемы, с которыми сталкиваются специалисты в области бухгалтерии и финансов, а также предложим пути их решения с использованием IT-инструментов.

Одной из основных проблем является устаревание традиционных методов бухгалтерского учета, которые не всегда соответствуют требованиям динамичной цифровой экономики. По данным исследования Петровой Е.Л., компании, не внедряющие современные IT-решения, сталкиваются с ошибками в отчетности, задержками в обработке данных и снижением конкурентоспособности [2].

Для решения этих проблем необходимо внедрение облачных бухгалтерских систем, таких как 1С:Предприятие или SAP, которые позволяют автоматизировать рутинные операции, минимизировать человеческий фактор и обеспечивать мгновенный доступ к данным. Как подчеркивает Кузнецов Д.И., такие системы не только повышают точность учета, но и сокращают временные затраты на подготовку финансовой отчетности [3].

Еще одной значимой проблемой является налоговая нагрузка и сложность соблюдения законодательства в условиях частых изменений. Использование специализированного программного обеспечения, например, "Контур.Налоги" или "Такском", помогает автоматизировать расчет налогов, отслеживать изменения в законодательстве и формировать отчетность в соответствии с последними требованиями [4].

Кроме того, цифровизация финансовой сферы требует повышенного внимания к кибербезопасности. По данным Всемирного экономического форума, более 60% финансовых организаций сталкиваются с кибератаками ежегодно [5]. Внедрение блокчейн-технологий и систем многофакторной аутентификации может значительно снизить риски утечки данных и финансовых потерь.

Современные университеты, включая БГТУ им. В.Г. Шухова, активно внедряют программы, направленные на подготовку специалистов, способных работать на стыке бухгалтерии и IT. Как отмечает Крамской С.И., такие программы формируют у студентов навыки, необходимые для адаптации к цифровой трансформации финансовой отрасли [6].

Таким образом, цифровизация бухгалтерского учета, финансов и налогообложения — это неизбежный процесс, который требует от специалистов постоянного обучения и адаптации. Внедрение современных IT-решений, таких как облачные системы, блокчейн и автоматизированные налоговые сервисы, позволяет не только решить существующие проблемы, но и вывести управление финансами на новый уровень.

Библиографический список

1. Смирнов А.В. "Цифровая трансформация бухгалтерского учета" Смирнов А.В. — М.: Финансы и статистика, 2021. — 180 с.
2. Петрова Е.Л. "IT-инструменты в современной бухгалтерии" Петрова Е.Л. Журнал финансовых технологий. — 2022. — №4. — С. 34-42.
3. Кузнецов Д.И. "Автоматизация финансовых процессов" Кузнецов Д.И. — Электронный ресурс: FinTech Journal, 2023.
4. Университетские исследования "Цифровизация налогообложения" Под ред. Лебедевой М.К. — 2023. — 95 с.

5. World Economic Forum. "Global Risks Report" — 2022. — [Электронный ресурс].
6. Крамской С.И. "ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ФИНАНСОВОЙ СФЕРЫ" С.И. Крамской, Т.Н. Воробьева. Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. — 320 с.

УДК 336.64

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ПЛАТЁЖЕСПОСОБНОСТИ ОАО «ЛУНИНЕЦКИЙ МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД»

*Куцевич Павел Игоревич, студент, Полесский государственный университет,
e-mail: pashakutsevi4@yandex.by*

*Полежаева Екатерина Андреевна, студентка, Полесский государственный университет,
e-mail: k.polezhaeva.04@mail.ru*

*Галкина Марина Николаевна, старший преподаватель кафедры финансового менеджмента, Полесский государственный университет,
e-mail: gal.79@mail.ru*

Аннотация: В статье проведена оценка финансового состояния ОАО «Лунинецкий молочный завод» на основе анализа коэффициентов ликвидности, финансовой устойчивости и вероятности банкротства по методике Э. Альтмана за 2022–2024 годы. Полученные результаты свидетельствуют о положительной динамике ключевых показателей и оценке текущего уровня платёжеспособности предприятия.

Ключевые слова: ликвидность, финансовая устойчивость, коэффициенты, банкротство, Альтман.

Оценка финансового состояния предприятия представляет собой одну из важнейших задач анализа, обеспечивающего информационную базу для принятия управленческих решений. Целью данной работы является исследование динамики и уровня основных показателей ликвидности, финансовой устойчивости и вероятности банкротства ОАО «Лунинецкий молочный завод» за трёхлетний период.

Главные задачи предприятия – своевременная и качественная переработка молочного сырья, обеспечение населения разнообразными молочными продуктами.

Основными видами выпускаемой продукции являются масло сладкосливочное, сухое обезжиренное молоко, сухое цельное молоко и цельномолочная продукция. Благодаря своему качеству, продукция завода пользуется повышенным спросом, и находит положительные отзывы у потребителей и партнёров.

Для обеспечения качества и безопасности выпускаемой продукции на ОАО «Лунинецкий МЗ» существует чётко организованная система контроля на всех этапах производства, хранения и транспортировки продукции [1].

Коэффициенты ликвидности характеризуют способность предприятия своевременно исполнять свои краткосрочные обязательства. В их числе:

1. Коэффициент текущей ликвидности (Ктл), отражающий, в какой мере краткосрочные активы (КА) покрывают краткосрочные обязательства (КО)

$$Ктл = \frac{КА - РБП}{КО},$$

где РБП – расходы будущих периодов

2. Коэффициент быстрой ликвидности (Кбл), исключаящий из расчёта наименее ликвидную часть оборотных активов – запасы (З)

$$Кбл = \frac{КА - З - РБП}{КО},$$

3. Коэффициент абсолютной ликвидности (Кал), определяемый отношением денежных средств (ДС) к краткосрочным обязательствам:

$$Кал = \frac{ДС}{КО},$$

В рамках анализа финансовой устойчивости были использованы следующие коэффициенты:

1. Коэффициент финансовой независимости (автономии) (Кфн) – отношение собственного капитала (СК) к итогу баланса (ИБ)

$$Кфн = СК / ИБ,$$

2. Коэффициент финансового риска (Кфр) отражает соотношение заемного капитала (долгосрочные и краткосрочные обязательства) к собственному капиталу

$$Кфр = ДО + КО / СК$$

3. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (Ксос) отражает наличие у предприятия собственных ресурсов для финансирования текущей деятельности

$$Ксос = \frac{СК + ДО - ДА}{КА}$$

Для оценки угрозы банкротства использована упрощённая модель Альтмана, адаптированная для развивающихся стран:

$$Z = 6,56 \times X1 + 3,26 \times X2 + 6,72 \times X3 + 1,05 \times X4$$

где X1 – отношение оборотного капитала к активам,
X2 – нераспределённая прибыль к активам,
X3 – прибыль до уплаты процентов и налогов к активам,
X4 – соотношение собственного и заемного капитала.

В таблице 1 представлены исходные данные ОАО «Лунинецкий молочный завод» согласно годовому отчету за 2022 – 2024 гг.

Таблица 1

Исходные данные бухгалтерского баланса и отчета о прибылях и убытках ОАО «Лунинецкий молочный завод» за 2022 – 2024 гг., тыс. руб.

Показатель	На 31 декабря 2022	На 31 декабря 2023	На 31 декабря 2024
Долгосрочные активы	66 311	73 642	80 576
Краткосрочные активы	38 305	40 600	39 273
Собственный капитал	56 979	80 500	89 405
Долгосрочные обязательства	11 706	15 917	18 334
Краткосрочные обязательства	35 931	17 825	12 110
Запасы	13 860	23 470	12 215
Расходы будущих периодов	92	133	52
Денежные средства и их эквиваленты	9973	90	14 177
Заемный капитал (ДО + КО)	47 637	33 742	30 444
Нераспределенная прибыль	43 824	41 781	49 209
Итог баланса	104 616	114 242	119 849
Прибыль до налогообложения	18 392	- 2 436	9705

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [3]

Произведем расчеты по каждому показателю в таблице 2.

Таблица 2

**Динамика ключевых коэффициентов финансового анализа
ОАО «Лунинецкий молочный завод»**

Показатель	2022	2023	2024
Коэффициент текущей ликвидности	1,07	2,28	3,24
Коэффициент быстрой ликвидности	0,68	0,96	2,24
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,28	0,005	1,17
Коэффициент финансовой независимости	0,545	0,704	0,746
Коэффициент финансового риска	0,84	0,42	0,34
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	(0,24)	0,17	0,23
Оценка вероятности банкротства (Модель Альтмана)	3,95	4,86	6,46

Примечание – Источник: собственная разработка на основе данных ОАО «Лунинецкий молочный завод»

Результаты анализа показывают положительную динамику всех коэффициентов. Коэффициент текущей ликвидности превышает норматив с 2023 года, что свидетельствует о достаточности оборотных активов для покрытия краткосрочных обязательств. Быстрая ликвидность в 2024 году также значительно улучшилась, превысив нормативное значение. Значительное превышение коэффициента абсолютной ликвидности в 2024 году (1,17) свидетельствует о наличии достаточного запаса денежных средств.

Коэффициент финансовой независимости стабильно увеличивается, что говорит о растущей доле собственного капитала в структуре пассивов. При этом коэффициент финансового риска уверенно снижается, что характеризует предприятие как менее зависимое от заёмных средств. Улучшение коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами подтверждает устойчивость источников текущего финансирования.

Индекс Альтмана во все три года значительно превышает пороговое значение 2,9, указывая на отсутствие угрозы банкротства.

Таким образом, ОАО «Лунинецкий молочный завод» демонстрирует устойчивое финансовое состояние, характеризующееся высокой платёжеспособностью, снижением финансовых рисков и положительными перспективами развития. Целесообразно продолжать реализуемую политику управления оборотным капиталом и по возможности диверсифицировать источники финансирования для дальнейшего укрепления финансовой устойчивости.

Библиографический список

1. О компании [Электронный ресурс] / Официальный сайт ОАО «Лунинецкий молочный завод». – Режим доступа: <https://lncmilk.by/o-kompanii/>. – Дата доступа: 26.05.2025
2. Савицкая, Г. В. Экономический анализ : учебник / Г. В. Савицкая. — 15-е изд., испр. и доп. – Москва : ИнфраМ, 2023. – 585, [1] с. – (Высшее образование)
3. Годовой отчет ОАО «Лунинецкий молочный завод» за 2024 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lncmilk.by/novosti/godovoj-otchet-otkrytogo-akcionernogo-obshestva-lu2024/>. – Дата доступа: 26.05.2025.

УДК 332

РАЗВИТИЕ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА АКТИВОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В СЕКТОРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Легенькова Маргарита Камильевна

*Соискатель кафедры бухгалтерского учета Института экономики и управления АПК
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

Ливанова Римма Вениаминовна

*Кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета Института
экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

Аннотация: В статье представлено описание направлений развития бухгалтерского учета активов культурного наследия в секторе государственного управления на основе совершенствования и обязательного внедрения в учетную систему каждого учреждения систем внутреннего контроля. Представлено описание элементов интегрированной системы внутреннего контроля и ее преимущества.

Ключевые слова: внутренний контроль, сохранность активов культурного наследия, эффективность управления, государственный сектор, финансирование

Бухгалтерский учет в секторе государственного управления, в том числе в исполнительных органах власти, имеет свои особенности в отличие от учета предприятий производственной сферы. Учреждения государственного сектора являются неприбыльными организациями и их деятельность направлена на выполнение функций государства для удовлетворения социальных, культурных и других потребностей общества. Финансирование их осуществляется за счет средств государственного бюджета, которые предоставляются им на безвозвратной основе. Происходящие в России организационные реформы в государственном секторе требуют дальнейшего совершенствования положений бухгалтерской учетной системы, отражения особенностей учета деятельности государственных органов разных уровней. В

современных экономических условиях и в условиях ограниченности финансовых возможностей бюджета расширяется круг задач, стоящих перед бухгалтерским учетом [2].

Для модернизации системы учета в государственном секторе, особенно в исполнительных органах власти, необходимо дальнейшее усовершенствование законодательно - нормативной и методологической базы, адаптированной к международным стандартам учета и отчетности, введение современных информационных технологий в бюджетную сферу. Кроме того, внедрение программно-целевого метода в бюджетном процессе требует более детализированного учета затрат. Это обусловило появление ряда ключевых проблемных вопросов при практической реализации законодательно определенных нововведений. Подавляющее большинство из них относится к отражению в системе бухгалтерских счетов основных хозяйственных операций. При этом необходимо учитывать, что существуют определенные проблемы ведения бухгалтерского учета именно расходов, поскольку они предопределяются особенностями их деятельности (таблица 1).

Обеспечение эффективного управления государственными средствами лежит в основе концепции внутреннего контроля, предусмотренной положениями Закона о государственных финансах. Одним из элементов концепции внутреннего контроля является коммуникация, то есть, процесс передачи информации. Важную информативную роль играет бухгалтерский учет, который как информационная система представляет последствия экономических событий в финансовом выражении.

Таблица 1

Проблемы, возникающие при организации и ведении бухгалтерского учета имущества [1, 3, 4]

Проблемы, возникающие при организации и ведении бухгалтерского учета расходов в секторе государственного управления	
Отсутствие систематизированной нормативно-методологической базы регулирования бухгалтерского учета активов культурного наследия	Отсутствие методических рекомендаций по бухгалтерскому учету активов культурного наследия в составе имущества казны учреждений государственного сектора
Экономия бюджетных средств	Низкий уровень заработной платы бухгалтера бюджетного учреждения
Устаревшие информационные	Отсутствие отдельных синтетических счетов для учета активов культурного наследия в составе имущества казны
Несовершенная мемориально-ордерная форма учета	Снижение эффективности управления активами культурного наследия в составе имущества казны
Отсутствие отдельных синтетических счетов для учета активов культурного наследия по кодам экономической и ведомственной классификации расходов	Отсутствие приказов об учетной политике, отсутствие изменений в приказах при изменении в законодательстве

Целью внутреннего контроля является, в частности, обеспечение:

- 1) соответствия операций законодательству и внутренним процедурам;
- 2) результативности и эффективности операций;
- 3) достоверности отчетности;
- 4) защиты и сохранности имущества;
- 5) соблюдение и продвижение этических принципов поведения;
- 6) эффективность и действенность информационных потоков, в том числе межведомственных;
- 7) управление рисками.

Первые три цели внутреннего контроля связаны с обеспечением уверенности в соответствии деятельности и системы бухгалтерского учета учреждения сектора государственного управления законодательству и внутренним правилам подразделений, в эффективности управления активами культурного наследия и его результативности, в достоверности бухгалтерской и финансовой отчетности.

Кроме того, цели внутреннего контроля включают в себя дополнительные элементы: контрольную среду, оценку рисков, контрольную деятельность, информацию и коммуникацию, а также мониторинг целей, соответствующих каждой категории в отдельности [5].

Система внутреннего контроля является инструментами, а не заменой управления, а средства контроля должны быть встроены в оперативную деятельность, а не основываться на ней. Менеджмент учреждения создает контрольную среду, оценивает риски, которые желает контролировать, определяет информационные и коммуникационные каналы, определяет их структуру (включая учет и отчетность), разрабатывает и внедряет контрольные процедуры, осуществляет мониторинг, надзор и контроль. Отдельной целью, добавленной в определение внутреннего контроля, является защита и обеспечение сохранности активов культурного наследия.

В таблице 2 представлено описание элементов интегрированной системы внутреннего контроля учета активов культурного наследия в учреждениях сектора государственного управления.

Таблица 2

Интегрированная система внутреннего контроля учета объектов имущества

<i>Элемент</i>	<i>Описание</i>
Определение	Внутренний контроль – это процесс управления, направленный на достижение целей
Категория целей	Сохранность активов культурного наследия Эффективное управление активами культурного наследия Оперативность и эффективность операций Достоверность финансовой отчетности Соблюдение законов и правил, установленных российским законодательством
Цели	Обеспечение выполнения миссии и целей учреждения сектора государственного управления Разнообразие деятельности, специфика деятельности
<i>Элемент</i>	<i>Описание</i>
	Соблюдение нормативов и правил, действующих на локальном уровне

Компоненты	Среда управления Оценка риска Контрольные мероприятия Мониторинг Информация и коммуникация

Внутренний контроль следует рассматривать через призму продвигаемого на международном уровне эффективного способа управления государственным сектором, аналогичного существующему и проверенному в частном секторе. Непрерывное развитие рыночной экономики и децентрализация государственной власти, заключающаяся в возложении определенных общественных задач на органы власти, породили философию изменений в форме Нового государственного управления, увеличивающую спрос на данные бухгалтерского учета. В дополнение к обычному контролю за законностью, т.е. за соответствием действий правительства закону о бюджете, важно инициировать управление госсектором по принципу эффективности и управления по результатам.

Такого рода «управление» государственными учреждениями детерминирует спрос на информацию, типичную для частного сектора, где основным мерилom деятельности является соотношение доходов и произведенных затрат, исходя из принципа их соизмеримости.

Внутренний контроль призван совершенствовать управление в государственном секторе на основе частной модели, т.е. основывать его на «управленческой» модели учета активов культурного наследия, в которой особо значимая роль отводится внутреннему аудиту, оказывающему консультационные услуги. Он также призван помочь в изменении варианта управления государственным сектором с краткосрочного на долгосрочный, с рациональным использованием контролируемых и используемых в подразделениях сектора физических, финансовых и человеческих ресурсов.

Реализация новой управленческой концепции для улучшения функционирования государственного управления обычно означает необходимость сокращения расходов (в том числе на занятость) и приватизации или квазиприватизации государственного имущества, развития информационных технологий (ИТ) и учета международных, а значит, и глобальных стандартов.

Стандарты устанавливают основные требования к внутреннему контролю в секторе государственного управления, и их целью является продвижение согласованной и единой модели контроля, адаптированной к задачам и условиям работы в этом секторе.

Стандарты представляют собой структурированный набор руководящих принципов, помогающих создавать, оценивать и улучшать системы внутреннего контроля.

Стандарты могут быть представлены в пяти группах, адекватных компонентам внутреннего контроля, таких как:

- 1) внутренняя среда;
- 2) цели и управление рисками;
- 3) механизмы контроля (средства, действия);
- 4) информация и коммуникация;
- 5) мониторинг и оценка.

Библиографический список

1. Арбатская Т.Г. Особенности раскрытия информации об активах сектора государственного управления в балансе // Известия БГУ. 2022. №4. С.660-671.
2. Гамиловская А.А., Лаврик А.С. Проблемы и особенности передачи нефинансовых активов при создании бюджетного учреждения путем изменения организационно-правовой формы казенного учреждения // Вестник Академии знаний. 2022. №3 (50). С.97-101.
3. Леухина Т. Л. Классификация основных средств для учетных целей в бюджетной сфере // Вестник ГУУ. 2022. №5. С.161-168.
4. Сарунова М.П., Бибеев А.В., Манджаев Д.Р., Кикеева С.В. Имущество казны: действующий порядок и новации учета и контроля // Индустриальная экономика. 2022. №3. С.540-547.
5. Толстова О.А. Особенности учета и анализа финансовых результатов деятельности предприятия // Вестник науки. 2022. №3 (48). С.110-118.

УДК 33.330

SWOT-АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОГО РЫНКА ТРУДА В РФ

Пехова Александра Сергеевна, студент 1 курса магистратуры института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, pekhova.2016@mail.ru

Постникова Любовь Валерьевна, к.э.н, доцент, И.о. заведующего кафедрой бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, lpostnikova@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной статье представлен комплексный SWOT-анализ электронного рынка труда в России, который является важным инструментом для понимания текущих трендов и перспектив развития данной сферы. Основное внимание уделяется определению сильных и слабых сторон, а также возможностям и угрозам, с которыми сталкивается рынок электронных вакансий и резюме.

Ключевые слова: SWOT-анализ, рынок труда, экономика, цифровизация, угрозы

SWOT анализ – это один из самых эффективных инструментов в стратегическом менеджменте, который можно применить как к компании, так и к отрасли или государству. Суть SWOT-анализа заключается в выявлении сильных и слабых сторон анализируемого объекта, а также потенциальных угроз и возможностей дальнейшего развития.

Данный анализ можно применить к электронному рынку труда в России, поэтапно оценивая каждый их показателей. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

SWOT-анализ электронного рынка труда России

Сильные стороны	Возможности
• популярность заказа ИТ-услуг	• повышение заработных плат

• стремление внедрить ИИ в операционную деятельность компаний	специалистов сферу услуг • переход России на постиндустриальную экономику • увеличение доли фрилансеров и удаленных сотрудников
Слабые стороны • высокий процент незарегистрированных самозанятых • низкий уровень развития технологий по сравнению с развитыми странами • высокая доля работников в промышленной сфере	Угрозы • введение налога для самозанятых с 2020 г. • уменьшение издержек государства на научные исследования

Одной из сильных сторон электронного рынка в России является стремление российских компаний внедрить ИИ в операционную деятельность компаний, которая является необходимой основой дальнейшего развития электронного рынка труда[11]. В России доля глав компаний, которые активно внедряют искусственный интеллект в рабочие процессы и включили эту технологию в стратегии компаний, составляет 30%. Также 90% российских управленцев готовы учиться, чтобы более эффективно использовать данную технологию (в мире этот показатель составляет 67,3%) [7, с. 82].

Современные ИИ-системы в сфере трудовых ресурсов выполняют следующие функции:

- оперативно анализируют тысячи резюме;
- оценивают квалификацию соискателей;
- определяют те кандидатуры, которые вероятнее всего подойдут на ту или иную должность;
- отправляют соискателям вопросы для собеседования и проводят интервью.

Еще одной сильной стороной российского электронного рынка труда является популярность заказа ИТ услуг, которые являются наиболее распространенными в данной сфере труда. Согласно исследованию "Top\$dev" - сервиса поиска программистов и ИТ-рекрутинга. Россия по-прежнему является лидером среди стран Восточной Европы по сумме заказов на ИТ-услуги. Доля России на этом рынке составляет 25 %, вторую и третью позицию занимают Украина (30 %) и Румыния (15 %).

Среди возможностей развития рынка труда можно отметить возможное повышение уровня заработных плат работников сферы услуг, благодаря чему произойдет переход от традиционной сферы труда к электронной, так как в традиционной сфере труда возможности внедрения технологий может быть ограничено спецификой формата работы.

Также возможностью является постепенный переход России на постиндустриальную экономику, которая как раз и характеризуется высокой долей сферы услуг, а также увеличением значимости информации среди факторов производства.

Нельзя не отметить стремление российских компаний перевести часть сотрудников на удаленную работу, что подразумевает их полный переход на электронный формат работы. Согласно результатам исследований, 10 процентов компаний планируют в ближайшее время перевести часть штата на удаленную работу.

Далее рассмотрим слабые стороны и угрозы. На сегодняшний день Россия не является лидером по развитию научно-технической сферы, и по расходам на НИОКР Россия заняла

двадцать седьмое место в мире, в 2024 году их величина составила 1,2 процент от ВВП страны.

Доля работников в сфере промышленности до сих пор является высокой, что является еще одной слабой стороной современного рынка России. Возможности использования данной категорией работников инструментов электронного рынка труда ограничено, а потому данный факт сдерживает их распространение.

Еще одной стороной рынка труда России является наличие большого количества незарегистрированных самозанятых, что может стать проблемой на пути становления электронного рынка труда. В рамках легализации данной категории населения Государственная Дума РФ ввела в 2019г. специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход» (от 4 до 6 процентов отчисляемого налога). Изначально его вводили на территории Москвы и Подмосковья, Калужской области и Татарстана в качестве эксперимента. Сейчас налог действителен на всей территории России. Стоит отметить, что рост процента налоговых отчислений может стать барьером на пути как легализации рабочей деятельности, так и развития электронного рынка, а потому является угрозой [9].

Корректировка государственных приоритетов от сферы развития научных технологий на любую другую отрасль скажется на дальнейшем развитии технологической базы, необходимой для развития рынка электронного труда в России. Так как инвестиции в НИОКР итак находятся на недостаточном уровне, их дальнейшее уменьшение негативно отразится на анализируемой сфере труда.

Таким образом, рынок электронного труда в России находится на стадии формирования, а потом ему необходима государственная поддержка, которая бы минимизировала влияние потенциальных угроз и помогла использовать все возможности.

Библиографический список

1. Азьмук, Н. Сущность, особенности и функции цифрового рынка труда // Вестник Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. – 2015. – С. 38-43.
2. Ахапкин, Н. Ю., Волкова, Н. Н. Развитие цифровой экономики и перспективы трансформации российского рынка труда // Вестник Института РАН. – 2018. – № 5. С. 51-65
3. Борисова, Е. С., Комаров, А. В. Современный рынок труда в условиях становления и развития цифровой экономики // Наука. Общество. Оборона. – 2019. – № 3. – С. 13-19.
4. Гришнова Е. А. Развитие человеческого капитала и трансформация форм занятости: взаимовлияние и взаимообусловленность // Демография и социальная экономика. – 2014. – № 1(21). – С. 85-94.
5. Колосова, Р. П., Камалова, Ю. Ф. Государство как субъект электронного рынка труда // Вестник ВГУ. – 2017. – С. 14-17
6. Кукушкина, М. А., Бочарова, Н. В. Российский рынок труда: реалии современности // Ученые записки Тамбовского отделения РоСМУ. – 2015 г. – С. 32-27.
7. Сенокосова, О. В. Воздействие цифровизации на рынок труда России // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – 81-83.
8. Основные тенденции рынка труда в России [Электронный ресурс] / Нн. – Режим доступа: <https://hh.ru/article/22393> (дата обращения: 14.05.2025)
9. Рабочая сила, занятость и безработица в России [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: https://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/rab_sila18.pdf (дата обращения: 14.05.2025)
10. Расходы на НИОКР // knoema. URL: <https://knoema.ru/atlas/topics> (дата обращения: 13.05.2025)

11. Демина, Е. А. Экономические эффекты использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / Е. А. Демина, Н. Д. Хабарова // Научные исследования - сельскохозяйственному производству : Материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 20 марта 2025 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2025. – С. 115-119. – EDN JZNYNH.

УДК 338.43:303.722

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА РЫНКА ТРУДА АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Хабарова Надежда Денисовна, ассистент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, habarova@rgau-msha.ru

Платоновский Николай Геннадьевич, доцент кафедры управления ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, platonovsky@rgau-msha.ru

Аннотация: Статья посвящена разработке современной методологии исследования рынка труда агропромышленного комплекса в эпоху цифровых технологий. Определена новая система показателей. Методом регрессионного анализа установлена работоспособность новой модели.

Ключевые слова: Совершенствование методики, анализ рынка труда, АПК, цифровизация, статистический анализ.

Система показателей рынка труда в агропромышленном комплексе играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития агропромышленного комплекса, повышении конкурентоспособности продукции и улучшении качества жизни населения [2]. Она необходима для оценки состояния и динамики занятости населения, эффективности использования трудовых ресурсов, выявления проблемных зон и принятия обоснованных управленческих решений. Это помогает выявить диспропорции между спросом и предложением рабочей силы, определить дефицитные профессии и направления подготовки кадров [3]. Например, информация о нехватке квалифицированных специалистов может стать основанием для увеличения финансирования образовательных учреждений или введения специальных программ переподготовки, так как агропромышленный комплекс активно внедряет цифровые технологии, что повышает спрос на специалистов с IT-компетенциями. Сегодняшним работникам сельского хозяйства необходимы навыки работы с автоматизированными системами управления производством, беспилотниками, датчиками мониторинга почвы и растений, технологиями точного земледелия, большими данными и искусственным интеллектом. Владение этими знаниями позволяет эффективно управлять процессами, повышать урожайность и снижать издержки производства [4].

Практически все исследования, изученные нами в ходе работы, применяли методы анализа, обобщения, абстрагирования, синтеза и группировки данных. Группировка чаще всего проводилась по характеристикам трудовых ресурсов сельскохозяйственных работников, включая регион, возраст, уровень образования, пол, стаж и квалификацию, а также по количеству рабочих мест на предприятиях, их подотраслевым сегментам, формам собственности и объемам инвестиций. Опросы и анкетирование работников и

работодателей являются распространёнными методами для анализа спроса и предложения на сельскохозяйственных рынках. Эти подходы помогают выявить ожидания сторон, установить связь между образованием работников и их профессиональной деятельностью, а также определить факторы, препятствующие развитию сельскохозяйственного рынка и рынка труда [1]. Основной недостаток существующих исследований — их фрагментарность. Нет единой модели, связывающей спрос и предложение, что затрудняет анализ и формулирование эффективной экономической и образовательной политики.

Цель данной работы – разработка авторской методики анализа рынка труда, с использованием статистических приемов, а также разработка системы показателей, способных отражать наиболее полную картину ситуации на рынке труда в сельском хозяйстве, которая, непосредственно влияет на индекс производительности труда в сельском хозяйстве, который, в свою очередь, является одним из показателей уровня развития АПК.

Методика статистического анализа рынка труда в агропромышленном комплексе (АПК) предполагает использование комплекса методов сбора, обработки и интерпретации данных, позволяющих оценить динамику занятости, структуру рабочей силы, производительность труда и другие важные характеристики состояния рынка труда в данном секторе экономики.

Разработанная методика основывается на нескольких ключевых этапах:

1. Оценка текущего состояния занятости в регионах и субъектах России.
2. Анализ динамики численности занятых и безработных в различных сегментах АПК.
3. Исследование факторов, влияющих на спрос и предложение рабочей силы.
4. Выявление тенденций и проблем на рынке труда в аграрном секторе.

Используются официальные данные государственной статистики, материалы обследований предприятий и организаций, аналитические отчёты специализированных ведомств и независимых исследовательских центров. Основные источники данных.

В работе применяются различные методы статистического анализа для обработки собранных данных (таблица 1).

Таблица 1

Методика статистического анализа

Описательная статистика	Расчёт средних значений, медианы, моды, дисперсий и стандартных отклонений основных показателей (занятость, зарплата, производительность труда).
	Построение таблиц распределения частоты и графиков (гистограммы, полигоны частот), отображающих структурные особенности исследуемых переменных.
Корреляционный и регрессионный анализы	Определение взаимосвязей между показателями (например, связь между производительностью труда и оплатой труда).
	Прогнозирование изменений показателей на основании исторических данных.
Индексный метод	Расчет индексов физического объёма продукции, трудоёмкости, фондообеспеченности и других показателей.
	Использование индексного метода для оценки влияния отдельных факторов на изменение общей величины показателя
Временные ряды	Проведение анализа временных рядов с целью выявления циклических колебаний и долгосрочных трендов.

	Применение метода скользящих средних и экспоненциального сглаживания для фильтрации случайных колебаний.
Метод группировки	Классификация регионов и субъектов по уровню развития рынка труда, структуре занятости и другим признакам.
	Использование кластерного анализа для выделения однородных групп объектов наблюдения.
Интерпретация результатов и выводы	Определение факторов, положительно и отрицательно влияющих на развитие рынка труда
	Обозначение ключевых тенденций и перспектив развития
	Разработка рекомендаций по улучшению ситуации на рынке труда (стратегии привлечения и удержания квалифицированных кадров, программы повышения производительности труда и социальной защиты работников)

Разработанная методика обеспечивает всесторонний и объективный анализ рынка труда в агропромышленном комплексе, позволяя принять обоснованные управленческие решения и разработать эффективные механизмы регулирования рынка труда в данной сфере.



Рис. 1 Зависимость показателей

На рисунке 1 приведены шесть показателей, которые будут использоваться в разрабатываемой системе, с указанием влияния на производительность труда в АПК, а также отражена их зависимость относительно друг друга.

Для проверки нашей гипотезы о влиянии вышеперечисленных показателей мы будем использовать множественную линейную регрессию, так как она хорошо подходит для изучения зависимости между несколькими переменными. Формула множественной линейной регрессии для генеральной совокупности при зависимости Y от X выглядит так:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

где:

Y — зависимая переменная (уровень занятости или заработная плата),

$X_1, X_2 \dots X_n$ — независимые переменные (факторы, влияющие на Y),
 $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ — коэффициенты регрессии, отражающие силу воздействия каждого фактора,
 ε — остаточный член, учитывающий ошибки модели.

Для исследования системы показателей на работоспособность путем регрессионного анализа, мы создали небольшую базу данных используя официальную статистику как источник информации.

Рис. 2 Итоги регрессионного анализа

ВЫВОД ИТОГОВ	
<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,988063088
R-квадрат	0,976268666
Нормированный R-квадрат	0,973476745
Стандартная ошибка	1,719009677
Наблюдения	8

Как видно из вывода итогов (рисунок 2), R (коэффициент множественной корреляции) равен 0,988, что указывает на очень сильную положительную корреляцию между зависимой переменной и независимыми переменными. Это означает, что независимые переменные хорошо объясняют вариацию зависимой переменной. Стандартная ошибка равна 1,719. Это значение относительно невелико, что свидетельствует о высокой точности модели.

Библиографический список

1. Ибиев, Г. З. Специфика современных внешних и внутренних факторов в агропромышленном комплексе / Г. З. Ибиев, Н. Г. Платоновский // Материалы пула научно-практических конференций : Материалы VI Международной научно-практической конференции, IX Международной научно-практической конференции и VI Международной научно-практической конференции, Сочи, 04–08 января 2025 года. – Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2025. – С. 605-608. – EDN AWEENV.
2. Джикия, М. К. Анализ динамики формирования условий устойчивого развития сельского хозяйства России / М. К. Джикия, М. В. Кагирова // Материалы международной научно-практической конференции "Тренды развития сельского хозяйства и агрообразования в парадигме Зеленой экономики" : сборник статей, Москва, 14–15 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 143-149. – EDN VMRVKO.
3. Хабарова, Н. Д. Кадровый потенциал АПК региона как основа устойчивого инновационного развития / Н. Д. Хабарова // Стратегические приоритеты социально-экономического развития территорий : Материалы Международного круглого стола, Донецк, 27 ноября 2024 года. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2025. – С. 190-194. – EDN XFVCQE.
4. Хабарова, Н. Д. Тренды цифровой трансформации в российском сельском хозяйстве / Н. Д. Хабарова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 8-1. – С. 398-408. – EDN TDOUMO.

МОНЕТАРНАЯ ПОЛИТИКА И ЕЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Чжан ифань, Студентка 1 курса магистратуры кафедры экономики и управления, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2297389202@qq.com

Хежев Ахмед Мухабович, к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, khezhev@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с денежно-кредитной политикой и ее инструментами, включая цели, основные инструменты и механизмы денежно-кредитной политики, с целью глубокого анализа значения и эффективности денежно-кредитной политики в макроэкономическом регулировании.

Ключевые слова: Денежно-кредитная политика, финансовые инструменты, макроэкономическое регулирование, политика процентных ставок, денежная масса.

Основные цели монетарной политики, установленные центральными банками (например, Банком России, ФРС США, ЕЦБ), включают следующие аспекты:

1.Ценовая стабильность – контроль инфляции (например, таргетирование инфляции на уровне 4% в России в 2024 году).

2.Поддержание экономического роста – стимулирование инвестиций и потребления.

3.Обеспечение финансовой стабильности – предотвращение банковских кризисов и поддержание ликвидности.

4.Стабилизация валютного курса (если это входит в мандат ЦБ, как в случае Банка России после перехода к плавающему курсу рубля в 2014 году).

В зависимости от экономической ситуации центральные банки могут применять следующие типы политики: Экспансионистская политика — направлена на увеличение денежной массы и снижение процентных ставок для стимулирования экономической активности (используется во время рецессий). Ограничительная политика — предполагает сокращение денежной массы и повышение процентных ставок для борьбы с инфляцией (применяется в случае перегрева экономики).

Для изучения монетарной политики и её инструментов использовались разнообразные источники данных, которые обеспечили возможность глубокого анализа текущей ситуации в экономике. Основные материалы включают:

1.Статистические данные: официальные отчеты национальных органов управления и международных организаций (например, Международный валютный фонд, Всемирный банк, OECD). Эти данные включают информацию о состоянии экономики, инфляции, процентных ставках и денежном обращении.

2.Научные статьи и публикации: Рассмотрены исследования, опубликованные в ряде журналов и конференциях, которые сосредоточены на проблемах монетарной политики. Эти источники помогают выявить теоретические подходы и практические кейсы, связанные с монетарной политикой.

3.Агентства и ассоциации: Информация от профессиональных ассоциаций и финансовых агентств, таких как Центральные банки, Министерства финансов, обеспечили ценную информацию о текущих тенденциях и вызовах в экономике.

На данном этапе основная роль государства в регулировании экономики принадлежит денежно-кредитной политике, а ее важнейшей целью является содействие достижению экономикой общего уровня производства, характеризующегося полной занятостью и фиксированным уровнем цен. Такая политика определяется центральным банком посредством воздействия на деятельность коммерческих банков с целью определения обменных курсов, ликвидности, платежеспособности, процентных ставок, а также обеспечения стабильного экономического роста, низкого уровня безработицы и низкой инфляции. Денежно-кредитная политика страны — это прежде всего инструмент воздействия на экономику. Денежно-кредитная политика должна обеспечивать стабильный уровень цен, полную занятость, экономический рост и достижение бесперебойной работы экономики. Однако главная цель — сохранение стабильности национальной валюты.

Инструменты денежно-кредитной политики □

Денежно-кредитная политика — это комплекс мер, направленных на регулирование и контроль количества денег в экономике. Для достижения своих целей государство может использовать различные денежные инструменты:

- Параметры денежной массы;
- Процентный уровень;
- Условия кредитования;
- Резервные требования;
- Ставка рефинансирования.

Контроль и регулирование количества денег в экономике осуществляют различные институты: Министерство финансов, Государственное казначейство, Центральный банк Российской Федерации и др. Конечная цель денежно-кредитной политики России формулируется на основе принятых в том же году целей макроэкономической политики.

Влияние монетарной политики на экономику

Монетарная политика оказывает значительное влияние на экономику, которое проявляется в различных аспектах:

- Экономический рост: Снижение процентных ставок и увеличение денежной массы могут стимулировать инвестиции и потребительский спрос, что способствует экономическому росту.
- Инфляция: Управление денежной массой и процентными ставками позволяет контролировать уровень инфляции, предотвращая чрезмерное повышение цен.
- Финансовая стабильность: Регулирование финансовых рынков и предотвращение чрезмерного роста кредитования могут предотвратить финансовые кризисы и обеспечить стабильность финансовой системы.
- Международные экономические отношения: Стабильность национальной валюты и управление валютными курсами могут улучшить условия для международной торговли и инвестиций.

Рекомендации по оптимизации монетарной политики

1. Усиление экономического мониторинга и анализа данных: необходимо внимательно следить за ключевыми экономическими показателями и использовать большие данные и искусственный интеллект для прогнозирования экономических тенденций.

2. Оптимизация целей монетарной политики: необходимо четко определить основные цели, включая контроль инфляции, экономический рост и финансовую стабильность.

3. Гибкое использование инструментов: Центральные банки должны гибко корректировать процентные ставки, проводить операции на открытом рынке и изменять нормы резервирования.

4. Повышение прозрачности и авторитетности политики: Регулярная публикация политических отчетов и экономических прогнозов может улучшить доверие к политике.

5. Усиление координации с другими политиками: необходимо обеспечить тесное сотрудничество между монетарной и фискальной политиками для поддержания экономического роста и стабилизации цен.

Таблица 1

Сравнение использования инструментов монетарной политики в разных странах

Страна	Операции на открытом рынке	Изменение учетной ставки	Изменение нормы обязательных резервов	Прямые кредитные ограничения	Влияние на экономический рост	Влияние на инфляцию
США	Высокая активность	Частые изменения	Редкие изменения	Минимальное использование	Сильное стимулирование	Умеренное сдерживание
ЕС	Умеренная активность	Частые изменения	Частые изменения	Минимальное использование	Умеренное стимулирование	Сильное сдерживание
Китай	Высокая активность	Редкие изменения	Частые изменения	Частое использование	Сильное стимулирование	Сильное сдерживание
Россия	Умеренная активность	Частые изменения	Редкие изменения	Минимальное использование	Умеренное стимулирование	Умеренное сдерживание
Япония	Высокая активность	Частые изменения	Редкие изменения	Минимальное использование	Сильное стимулирование	Сильное сдерживание

Анализ показывает, что различные страны адаптируют свои инструменты монетарной политики в соответствии с конкретными экономическими условиями. Эффективная монетарная политика требует индивидуального подхода и учета глобальных экономических тенденций. Оптимизация монетарной политики в современных условиях предполагает улучшение коммуникации с рынком, сочетание с другими экономическими инструментами и тщательный контроль инфляции.

Таким образом, понимание механизмов денежно-кредитной политики и ее инструментов позволяет нам оценивать действия регуляторов и прогнозировать экономические тенденции.

Библиографический список

1. Волков, А. В. Монетарная политика в современной экономике: теория и практика / А. В. Волков. — Москва: Экономика, 2021. — 350 с. — ISBN 978-5-907179-34-1.
2. Драган, В. И. Монетарная политика и её инструменты в условиях глобализации / В. И. Драган. — Киев: Экономика, 2022. — 280 с. — ISBN 978-6-177199-34-2
3. Иванов, И. И. Экономическая теория: учебник / И. И. Иванов. — Москва: Юрайт, 2021. — 450 с. — ISBN 978-5-534-12687-7.

4.Макконнелл, К. Р. Экономикс: Principles, Problems, and Policies / К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю. — 19th ed. — McGraw-Hill Education, 2018. — 850 p. — ISBN 978-1-259-93586-7.

5.Милтон, Ф. Денежная политика и экономический рост / Ф. Милтон. — Москва: Экономика, 2020. — 320 с. — ISBN 978-5-907179-33-4.

6.Центральный банк Российской Федерации. Официальный сайт [сайт]. — URL: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения: 10.05.2024)

7.Международный валютный фонд. World Economic Outlook / International Monetary Fund. — Washington, D.C., 2023. — 300 p. — ISBN 978-1-5135-3456-7.

8.Всемирный банк. Global Economic Prospects / World Bank. — Washington, D.C., 2023. — 280 p. — ISBN 978-1-4648-1543-7.

9.Тихомиров, В. "Монетарная политика в условиях экономической нестабильности." Вопросы экономики, 2021, том 10, стр. 76-88.

УДК: 631.147

РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Лю Шуньсинь, аспирант кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, shunxin1414@gmail.com

Зарук Наталья Федоровна, профессор кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, zaruk@rgau-msha.ru

Аннотация: статья посвящена исследованию развития органического сельского хозяйства в условиях современных экологических вызовов. Определены направления государственной поддержки и прогнозные показатели развития органического сельского хозяйства в России, предложены рекомендации по созданию специализированных каналов сбыта.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, биотехнологии, SMART-технологии, государственная поддержка, сертификация, экологическая продукция, устойчивое развитие.

Актуальность исследования развития органического сельского хозяйства обусловлена глобальными изменениями в подходах к сельскохозяйственному производству. Интенсификация сельского хозяйства привела к негативным последствиям – загрязнению окружающей среды, снижению биоразнообразия, истощению почв и рискам для здоровья людей. В этой связи органическое сельское хозяйство стало альтернативным подходом, обеспечивающим производство экологически чистой продукции при сохранении плодородия почв и биоразнообразия. Как отмечают Федотова Г.В. и Сложенкина М.И., в последние годы наблюдается переориентация потребительского спроса на экологически чистые продукты питания, что связано с ростом осведомленности населения о взаимосвязи здорового питания и состояния здоровья [9, с. 114]. Цель исследования состоит в изучении основ органического сельского хозяйства, анализе современного состояния и выявлении перспективных направлений его развития в России и мире.

Согласно определению Федерального закона № 280-ФЗ «Об органической продукции» [1], под органическим сельским хозяйством понимаются виды экономической деятельности, использующие технологии, направленные на сохранение окружающей среды, укрепление здоровья человека, сохранение и восстановление плодородия почв. Международная федерация движения за органическое сельское хозяйство (IFOAM) выделяет четыре основных принципа: здоровья, экологии, справедливости и заботы. Мировой рынок органической продукции демонстрирует устойчивый рост. В 2024 г. объем мирового рынка составил около 390 млрд долл. США, а к 2028 г. его рост достигнет 580 млрд долл. США. Согласно данным FIBL, по состоянию на 2025 г. органическое сельское хозяйство ведется в 196 странах мира, площадь сертифицированных сельхозугодий составляет 89,2 млн га (1,8% от общей площади мировых сельхозугодий) [12].

Таблица 1

Региональное распределение органического сельского хозяйства в мире, 2025 г.

Регион	Площадь органических земель, млн га	Доля от всех органических земель, %	Количество производителей, тыс.
Океания	41,3	46,3	26,5
Европа	22,6	25,3	468,2
Латинская Америка	11,4	12,8	298,7
Азия	8,3	9,3	3 120,0
Северная Америка	4,2	4,7	25,8
Африка	1,4	1,6	260,8
Всего	89,2	100,0	4 200,0

Источник: составлено автором по данным [12]

Лидером по площади органических земель остается Океания (46,3% от всех органических земель в мире), при этом в данном регионе сосредоточено лишь 0,6% от общего числа производителей органической продукции. Европа усилила позиции, увеличив долю органических земель до 25,3% и количество производителей до 468,2 тыс. Азиатский регион показывает наиболее динамичный рост по количеству производителей (3,12 млн, или 74,3% от общего числа).

В Российской Федерации органическое сельское хозяйство продолжает активно развиваться. К июню 2025 г. 0,25% сельскохозяйственных земель страны отнесены к категории органических (около 1,2 млн га). Этот показатель значительно вырос по сравнению с 0,1% в 2022 г. С 2010 г. по 2025 г. площадь сертифицированной земли, используемой под органическое сельское хозяйство в России, увеличилась в 27 раз [12]. По состоянию на июнь 2025 г. в 62 регионах страны функционирует 385 сертифицированных производителей органической продукции. Общий объем рынка органической продукции в Российской Федерации в 2024 г. составил 37,6 млрд руб., при этом доля импорта снизилась с 80% в 2022 г. до 65% в 2024 г.

Научно-технологическое развитие органического сельского хозяйства предполагает разработку и внедрение инновационных методов и технологий, направленных на повышение эффективности производства при сохранении экологических принципов. Важным направлением является разработка и применение биотехнологий для сохранения и повышения плодородия почв, защиты растений от вредителей, создания биопрепаратов для лечения животных. Перспективным направлением является микробиологический

мониторинг и изучение микробиома почвы с последующим применением адресных биопестицидов [5, с. 56].

Результаты исследований показывают, что внедрение ризобактериальных удобрений позволяет увеличить урожай яровой пшеницы на 10-15%, семенного картофеля – на 17-20%, различных овощей – на 15-20% [6, с. 206]. Применение биоудобрений дает возможность увеличить урожайность всех видов сельскохозяйственных культур в 1,5-2 раза. SMART-технологии также находят применение в органическом сельском хозяйстве. Они используются для сбора и анализа информации («GNSS», «GIS», «RS», «Web», «Big Data», «Yield monitoring», «Soil-test»), для управления и принятия решений («Crop-», «Land-», «Livestock-management») и для исполнения принятых решений (Variable Rate Technology) [4, с. 118]. Интеграция этих технологий позволяет оптимизировать использование ресурсов, снизить воздействие на окружающую среду и повысить эффективность производства.

Государственная поддержка и регулирование играют ключевую роль в развитии органического сельского хозяйства. Опыт зарубежных стран показывает, что наиболее эффективными мерами поддержки являются субсидирование органического производства (погектарные выплаты за переход и за длительное ведение органического сельского хозяйства), возмещение части затрат на сертификацию и строительство инфраструктуры, научно-техническое обеспечение, развитие образовательных программ и предоставление консультационных услуг [2, с. 320].

В России государственная поддержка органического сельского хозяйства только формируется. В 2023 г. была принята «Стратегия развития органического производства в Российской Федерации до 2030 года», которая предусматривает комплекс мер по стимулированию производства и потребления органической продукции. Ключевыми направлениями государственной поддержки в России являются субсидирование затрат на сертификацию органического производства, льготное кредитование инвестиционных проектов, налоговые льготы для производителей, информационно-консультационная поддержка, а также содействие в продвижении органической продукции на внутреннем и внешнем рынках [10, с. 364].

Стратегия развития органического производства в Российской Федерации до 2030 года определяет основные направления и целевые показатели развития данного сектора. Согласно стратегии, к 2030 году площадь сертифицированных органических земель в России должна достичь 3,5 млн га, а объем рынка органической продукции – 114,5 млрд рублей [8, с. 44]. Федотова Г.В., Новиков М.В. и Джанчаров Т.М. отмечают, что Россия обладает уникальными конкурентными преимуществами для развития органического сельского хозяйства, включая наличие значительных площадей земель, не подвергавшихся интенсивной химизации, разнообразие агроклиматических условий и растущий внутренний спрос на органическую продукцию [8, с. 46].

Согласно прогнозному балансу роста рынка органической продукции России к 2030 году, темп роста реализации общего объема произведенной продукции на внутреннем рынке должен составить 1258,24% по сравнению с данными 2021 года. Максимальный темп роста запланирован по категориям «молоко» (1669,23%), «овощи и фрукты» (1666,67%) и «молочная продукция» (1642,86%) [8, с. 48]. Реализация стратегии позволит не только увеличить объемы производства органической продукции, но и получить дополнительные экономические эффекты: рост налоговых поступлений до 3540 млн руб. к 2030 году (в 9,6 раза выше уровня 2022 года), увеличение отчислений в социальные фонды до 4882 млн руб. (в 9,3 раза выше уровня 2022 года), рост фонда оплаты труда до 16275 млн руб. (в 9,3 раза выше уровня 2022 года).

Проведенное исследование позволяет сделать выводы относительно перспектив развития органического сельского хозяйства в России и мире.

Научно-технологическое развитие органического сельского хозяйства связано с разработкой и внедрением биотехнологий и SMART-технологий, которые позволяют повысить эффективность производства при соблюдении экологических принципов. Исследования и практический опыт показывают, что применение биоудобрений, биопрепаратов и цифровых технологий позволяет достичь урожайности, сопоставимой с традиционным сельским хозяйством, но с меньшим воздействием на окружающую среду. Россия обладает значительным потенциалом для развития органического сельского хозяйства благодаря наличию земель, не подвергавшихся интенсивной химизации, разнообразию агроклиматических условий и растущему внутреннему спросу на органическую продукцию. Реализация Стратегии развития органического производства в Российской Федерации до 2030 года позволит существенно увеличить площади органических земель и объем рынка органической продукции.

Для успешного развития органического сельского хозяйства в России необходимо усилить государственную поддержку данного сектора, развивать системы сертификации и контроля качества органической продукции, стимулировать научные исследования и разработки в области органических технологий, а также повышать информированность потребителей о преимуществах органической продукции. Особое внимание следует уделить развитию кооперации мелких и средних производителей, созданию специализированных каналов сбыта и формированию цепочек добавленной стоимости в органическом секторе.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // СПС Консультант плюс.
2. Долгих, О. С. Экологическое сельское хозяйство в странах ЕС: нормативно-законодательная основа / О. С. Долгих, Т. В. Новикова, А. А. Маньшин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – № 2-1. – С. 318-326.
3. Кибенко, Е. А. Органическое (экологическое) сельское хозяйство в России: состояние и перспективы / Е. А. Кибенко, А. М. Хайбуллина, М. В. Василенко // Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции. – 2023. – С. 188-194.
4. Ковалева, И. В. Тенденции развития органического сельского хозяйства / И. В. Ковалева, Т. В. Стрельцова // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. – 2024. – № 2. – С. 112-122. – DOI 10.47576/2949-1894.2024.2.2.012.
5. Кундиус, В. А. Обоснование концепции развития современного органического сельского хозяйства на основе биоинтенсивных технологий / В. А. Кундиус // Grand Altai Research & Education. – 2023. – № 2. – С. 53-59.
6. Миненко, А. В. Вопросы эффективности внедрения технологий органического земледелия / А. В. Миненко, М. В. Селиверстов // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 109-5. – С. 205-209. – DOI 10.18411/trnio-05-2024-282.
7. Основные направления государственного регулирования производства и реализации органической продукции / Н. Ф. Зарук, М. В. Кагирова, Е. С. Коломеева [и др.] // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 12. – С. 27-39. – DOI 10.32651/2312-27. – EDN LSXHJB.
8. Федотова, Г. В. Генезис ORGANIC 3.0 — новый вектор развития АПК России / Г. В. Федотова, М. И. Сложенкина // Аграрная Россия. – 2022. – № 12. – С. 43-48.

9. Федотова, Г. В. Генезис органического сельского хозяйства: мировой опыт и прогнозы для России / Г. В. Федотова, М. В. Новиков, Т. М. Джанчаров // Крестьяноведение. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 113-128.
10. Шестакова, К. В. Органическое сельское хозяйство: мировой аспект / К. В. Шестакова, Ч. Сюй // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию экономического факультета БГУ. В 2 ч., Минск, 28–29 февраля 2024 года. – Минск: Белорусский государственный университет, 2024. – С. 364-366.
11. Экономические аспекты органического сельского хозяйства и его цифровизации в России / Н. Ф. Зарук, М. В. Кагирова, Ю. Н. Романцева [и др.]. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2024. – 188 с. – EDN BLONSS.
12. Willer, H. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2025 / H. Willer, J. Travnicek, C. Meier. – Frick : Research Institute of Organic Agriculture FiBL, 2025. – 340 с.
13. Organic Farming by Country 2025 // World Population Review : [сайт]. – 2025. – URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/organic-farming-by-country> (дата обращения: 12.06.2025).

СЕКЦИЯ «БИЗНЕС-СТАТИСТИКА»

УДК 631.15:339.5

Анализ Динамики экспорта и импорта товаров апк России в ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ ПЕРТУРБАЦИЙ

Анохин Игорь Александрович, ассистент кафедры статистики и кибернетики института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, anokhin.igor@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Казирова Мария Вячеславовна, к.э.н., доцент кафедры статистики и кибернетики института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mkagirova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье проведен анализ динамики экспорта и импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья Российской Федерации за период 2017–2021 гг., включая влияние санкций, геополитической напряженности и пандемии COVID-19 на торговые потоки, при этом основное внимание уделено ключевым товарным группам, включая зерновые культуры, мясо, рыбу, молочную продукцию и масличные культуры. Установлено, что большинство категорий демонстрируют положительное сальдо торгового баланса, однако наблюдаются существенные различия в зависимости от товарной группы.

Ключевые слова: внешнеторговая деятельность, экспорт, импорт, торговый баланс, пандемия.

Внешняя торговля является одним из ключевых факторов, определяющих экономическую устойчивость и конкурентоспособность государства на мировой арене. Для Российской Федерации, обладающей значительным сельскохозяйственным потенциалом, экспорт и импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья представляют собой ключевой элемент в обеспечении продовольственной безопасности и формировании положительного торгового баланса. В связи с чем анализ данных внешнеэкономической деятельности за период 2017–2021 гг., характеризующийся значительными изменениями на мировых рынках, приобретает стратегическое значение, так как позволяет выявить тенденции изменения структуры внешней торговли, оценить влияние различных внешних факторов. Так пандемия COVID-19 (2018–2020 гг.) оказала существенное влияние на логистические цепочки, спрос и предложение продовольственных товаров, что привело к пертурбациям в структуре экспорта и импорта. Кроме того, в этот период наблюдались колебания цен на сырьевые товары, усиление протекционистских мер со стороны отдельных государств и изменение потребительских предпочтений на международных рынках [4]. В связи с этим анализ динамики внешнеэкономических операций позволяет оценить масштабы произошедших изменений.

Для проведения качественного исследования необходим доступ к достоверным и актуальным данным, предоставляемым открытыми информационными ресурсами. Использование таких данных позволяет обеспечить объективность анализа [1]. В рамках данного исследования анализ экспорта и импорта продовольственных товаров будет сфокусирован на ключевых товарных группах, формирующих основу внешнеэкономической деятельности агропромышленного комплекса Российской Федерации. Особое внимание уделено мясной продукции, рыбной продукции, молочной продукции, масличным культурам

и зерновым культурам, которые занимают лидирующие позиции в структуре торгового оборота и определяют векторы развития отечественного сельского хозяйства.

В таблице 1 отражены данные об объемах экспорта в разрезе ключевых категорий продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья за исследуемый период.

Таблица 1

Динамика структуры экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья

Наименование товара	Единица измерения	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. к 2017 г., %
Мясо всего, кроме мяса птицы	тыс. т	78,9	105,7	131,6	229,1	226,3	286,8
Мясо птицы	тыс. т	163,7	186,1	211,1	296,0	306,5	187,2
Рыба свежая и мороженная	тыс. т	1881,0	1966,1	1857,1	1967,0	1763,5	93,8
Молоко	тыс. т	63,2	53,3	46,0	55,5	62,4	98,7
Масло сливочное	тыс. т	3,6	3,4	2,8	3,2	2,7	75,0
Масло подсолнечное	тыс. т	2326,9	2109,5	3098,2	3666,9	3119,3	134,1
Злаки	тыс. т	43357,1	54895,9	39526,4	48905,3	43066,2	99,3
Мука и крупы	тыс. т	253,5	308,5	373,5	474,5	494,6	195,1
Масличные культуры	тыс. т	1830,7	2087,2	2731,6	4276,7	2489,0	136,0
Сахар	тыс. т	559,8	387,5	686,8	1210,2	458,2	81,9
Сигареты	млн долл.	377,5	301,7	263,2	196,0	204,1	54,1
Химические удобрения	тыс. т	34344,2	34064,2	34645,2	34197,6	37817,6	110,1
Химические средства защиты растений	тыс. т	20,9	23,5	24,9	34,5	36,4	174,2
Шкуры	млн долл.	3,2	3,3	1,7	0,6	1,2	37,5
Сырье пушно-меховое	млн долл.	67,8	50,6	41,7	24,9	39,4	58,1
Шерсть	тыс. т	11,3	10,7	4,8	3,2	8,8	77,9
Волокно хлопковое	тыс. т	4,5	0,2	0,3	1,1	0,5	11,1

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о значительных изменениях в структуре экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья Российской Федерации за исследуемый период. Наиболее существенный рост экспорта наблюдается в таких товарных группах, как мясо (кроме мяса птицы), масло подсолнечное и химические средства защиты растений. В то же время отмечено значительное сокращение экспорта хлопкового волокна (на 88,9%), шкур (на 62,5%), сырья пушно-мехового (на 41,9%). Что может быть обусловлено влиянием глобальной пандемии, повлиявшей на спрос на эти товары, так как многие страны пересмотрели свои приоритеты в торговле, уделяя больше внимания базовым товарам и медицинским изделиям. Колебания объемов экспорта таких товарных групп, как рыба свежая и мороженная, молоко и злаки, которые демонстрируют незначительное сокращение (1–7%) в целом за исследуемый период, а также неустойчивую динамику с годовыми изменениями (увеличение в одни годы и снижение в другие), могут быть

объяснены влиянием множества факторов, характерных для внешнеэкономической деятельности РФ в исследуемый временной период. Например, ограничения на транспортировку, закрытие границ и перебои в работе портов могли стать причиной временного снижения объемов экспорта. После ослабления ограничений наблюдалось восстановление показателей, но не всегда до прежнего уровня. С точки зрения статистики такое снижение можно считать относительно небольшим, особенно если рассматривать его в контексте пятилетнего периода. Оно может быть вызвано и случайными колебаниями, которые взаимно компенсируются в разные годы.

Динамика же импорта основных категорий за рассматриваемый период представлена в таблице 2.

Таблица 2

Динамика структуры импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья

Наименование товара	Единица измерения	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. к 2017 г., %
Мясо всего, кроме мяса птицы	тыс. т	646,2	411,2	383,9	269,5	223,1	34,5
Мясо птицы	тыс. т	229,6	222,8	227,6	228,9	242,2	105,5
Рыба свежая и мороженая	тыс. т	360,5	337,1	375,4	330,5	355,6	98,6
Молоко	тыс. т	573,2	427,1	437,3	420,7	344,7	60,1
Масло сливочное	тыс. т	99,7	90,7	120,0	133,4	125,7	126,1
Масло подсолнечное	тыс. т	25,7	25,7	2,9	1,3	1,4	5,4
Зерновые культуры	тыс. т	746,3	629,5	515,5	598,2	385,6	51,7
Мука и крупы	тыс. т	128,6	89,4	88,5	65,3	111,5	86,7
Масличные культуры	тыс. т	2556,5	2521,4	2338,3	2396,0	2356,3	92,2
Сахар	тыс. т	266,0	324,8	241,2	180,0	163,4	61,4
Сигареты	млн долл.	153,1	168,8	61,5	54,7	90,8	59,3
Химические удобрения	тыс. т	406,8	308,6	326,2	277,7	298,3	73,3
Химические средства защиты растений	тыс. т	131,1	118,7	114,3	123,1	105,3	80,3
Шкуры	млн долл.	4,6	3,4	1,4	2,5	3,5	76,1
Сыре пушно-меховое	млн долл.	34,7	38,7	31,3	17,0	15,7	45,2
Шерсть	тыс. т	5,6	6,7	6,4	4,2	4,8	85,7
Волокно хлопковое	тыс. т	28,7	30,3	22,2	19,6	23,6	82,2

Анализ данных таблицы 2 фиксирует существенную дифференциацию динамики импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Наиболее существенное увеличение импорта отмечено по таким товарам, как масло сливочное, мясо птицы, что указывает на сохраняющуюся зависимость от внешних рынков для удовлетворения внутреннего спроса. В то же время наблюдается значительное сокращение объемов импорта масла подсолнечного (на 94,6%), мяса (кроме птицы) (на 65,5%), молока (на 39,9%), муки и круп (на 13,3%), что подтверждает успешную реализацию мер по импортозамещению в данных сегментах [3]. Таким образом, общий анализ позволяет заключить, что, несмотря на прогресс в снижении зависимости от зарубежных поставок по ряду товарных групп, остается необходимость в дальнейшем развитии внутреннего производства для минимизации импорта высокочувствительных категорий продукции.

Сопоставление данных по экспорту и импорту продовольственных товаров и

сельскохозяйственного сырья за период позволил оценить динамику торгового баланса в ключевых товарных группах. Анализ показал, что большинство категорий демонстрируют положительное сальдо торгового баланса, однако наблюдаются существенные различия в масштабах его изменения в зависимости от товарной группы.

В товарных группах, таких как зерновые культуры, масло подсолнечное, экспорт значительно превышает импорт, формируя устойчивый профицит торгового баланса. Особенно ярко это проявляется в сегменте зерновых культур, где объемы экспорта многократно превосходят показатели импорта, что подчеркивает роль России как одного из крупнейших мировых экспортеров данной продукции. Аналогичная ситуация наблюдается в отношении масла подсолнечного, где снижение импорта сочетается с ростом экспорта, что свидетельствует о высокой конкурентоспособности отечественной продукции на международных рынках. В то же время по некоторым товарным группам, таким как молоко, сохраняется значительная зависимость от импортных поставок, несмотря на общее снижение объемов импорта. Это указывает на неполную реализацию потенциала импортозамещения в данном сегменте и требует дальнейшего анализа причин, препятствующих увеличению доли отечественной продукции на внутреннем рынке.

Библиографический список

1. Анохин, И. А. Анализ информационных ресурсов о внешнеэкономической деятельности субъектов АПК Российской Федерации / И. А. Анохин // Материалы I Национальной научной конференции "Современные направления статистических исследований" : Сборник статей, Москва, 28 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 4-11. – EDN ITYLEU.
2. Внешняя торговля [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 20.05.2025).
3. Статистический анализ импортозамещения продукции сельского хозяйства в России / М. В. Кагирова, В. В. Демичев, В. С. Токарев, К. А. Лебедев // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2022. – № 7. – С. 514-524. – DOI 10.33920/sel-11-2207-05. – EDN XBWUED.
4. Романцева, Ю. Н. Основные тенденции развития сельского хозяйства России в условиях экономических санкций / Ю. Н. Романцева // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2020. – № 9. – С. 73-81. – DOI 10.33920/sel-11-2009-08. – EDN JUUWDZ.

УДК 311, 332.1

ЛИЧНЫЕ ПОДСОБНЫЕ ХОЗЯЙСТВА КАК ОБЪЕКТ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ И ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Быков Денис Витальевич, ассистент, аспирант кафедры статистики и кибернетики ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bykovdv@rgau-msha.ru

Научный руководитель – Уколова Анна Владимировна, к.э.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, statmsha@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье изучен вопрос статистического учета результатов деятельности личных подсобных хозяйств, как объекта статистического исследования. Рассмотрены основные законодательные акты, регламентирующие деятельность личных подсобных хозяйств и реализацию государственной поддержки.

Ключевые слова: личные подсобные хозяйства, сельскохозяйственная перепись, государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей

Для статистического исследования личных подсобных хозяйств (ЛПХ) необходимо изучить основные законодательные акты, которые регламентируют как деятельность домашних хозяйств в целом, так и организацию их статистического учета и государственной поддержки.

Деятельность ЛПХ регулируется Федеральным законом № 112-ФЗ от 07 июля 2003 года «О личном подсобном хозяйстве», в соответствии с которым под личным подсобным хозяйством понимается непредпринимательская деятельность, связанная с производством и переработкой продукции сельского хозяйства гражданином (гражданами) на предоставленном или приобретенном земельном участке с целью удовлетворения личных потребностей. При этом регистрация личного подсобного хозяйства не требуется, а его ведение прекращается в случае прекращения прав на данный земельный участок [1].

Земельный участок, на котором ведется личное подсобное хозяйство может быть одним из двух видов: приусадебным (в границах населенного пункта) или полевым участком (за пределами населенного пункта), который допускается использовать исключительно для производства сельскохозяйственной продукции. Законом регулируется максимально допустимая общая площадь всех земельных участков личного подсобного хозяйства – 0,5 га (или 2,5 га, если в субъекте Российской Федерации принят соответствующий закон), за исключением участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности, которые предоставляются гражданам в безвозмездное пользование, аренду или собственность в соответствии с Федеральным законом № 119-ФЗ от 01 мая 2016 года (размер такого участка не превышает 1 га в расчете на каждого гражданина, подавшего соответствующее заявление) [Там же, 2].

В субъектах Российской Федерации, включая субъекты с развитым сельским хозяйством, приняты соответствующие законодательные акты, регулирующие допустимые площади земельных участков ЛПХ, что необходимо учитывать при анализе их деятельности в разрезе регионов. Так, в соответствии с законом Астраханской области № 7/2008-ОЗ от 4 марта 2008 года общая площадь земельных участков ЛПХ не должна превышать 1,5 га, в т.ч. приусадебного земельного участка – 0,2 га, полевого земельного участка – 1,3 га. [3]. В Краснодарском крае общая площадь земельных участков ЛПХ так же не должна превышать 1,5 га, однако для ЛПХ, занимающихся отдельными видами сельского хозяйства, в т.ч. животноводством, верхняя граница увеличена до 2,5 га. [4]. В Республике Калмыкия верхняя граница общей земельной площади ЛПХ составляет 2,5 га, за исключением г. Элиста, где действует ограничение в 0,5 га. [5].

В Астраханской области земельные участки, находящиеся в государственной собственности, так же могут быть предоставлены гражданам в собственность, при этом в случае крестьянских (фермерских) хозяйств (К(Ф)Х) общая площадь передаваемых им земельных участков может достигать 150 га. [3], в Краснодарском крае – 300 га. [4], в Республике Калмыкия – от 175 га до 1033 га в зависимости от района и специализации производства [5].

На ЛПХ распространяется предусматриваемая законодательством Российской Федерации государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей, которая может быть направлена на: развитие инфраструктуры; стимулирование кооперации; предоставление финансовых и материально-технических ресурсов на возвратной основе, технологий и разработок; организацию мероприятий, связанных с

повышением качества продукции сельского хозяйства, включая ветеринарное обслуживание [1]. В случае перехода ЛПХ в иную категорию сельскохозяйственных товаропроизводителей, подразумевающую предпринимательскую деятельность, например К(Ф)Х, на такое хозяйство распространяются меры поддержки малого и среднего предпринимательства, включая финансовую (предоставление субсидий, бюджетных инвестиций), имущественную (передача во владение или пользование государственного или муниципального имущества), информационную (создание специализированных информационных систем и сайтов), консультационную поддержку (создание специализированных организаций в области поддержки предпринимателей, компенсация затрат на оплату консультационных услуг) [13, 14].

Статистический учет ЛПХ регламентируется Федеральным законом «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» № 283-ФЗ от 29.11.2007 и направлен на проведение статистических наблюдений, представляющих собой сбор документированной информации (первичных статистических данных) по специальным формам и обработку собранных данных [10]. При этом существует два способа проведения статистического наблюдения: в отношении всех объектов совокупности на основе переписи (сплошное статистическое наблюдение) и части совокупности на основе выборки (выборочное статистическое наблюдение).

Выборочное наблюдение ведется по форме № 2 «Сведения о производстве сельскохозяйственной продукции в личных подсобных и других индивидуальных хозяйствах граждан» [15], использование выборочного метода предусмотрено также при проведении сельскохозяйственных микропереписей.

Проведение сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. (СХМП-2021) регламентировалось постановлением Правительства Российской Федерации № 1315 от 29 августа 2020 «Об организации сельскохозяйственной микропереписи 2021 года». Объектами сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. были следующие 5 категорий производителей сельскохозяйственной продукции: личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан; индивидуальные предприниматели; некоммерческие товарищества; крестьянские (фермерские) хозяйства; сельскохозяйственные организации [7, с. 416]. В соответствии с указанным постановлением, ЛПХ и другие индивидуальные хозяйства граждан подлежали обследованию выборочным методом (не менее 30 % от генеральной совокупности) [11].

Сплошное наблюдение проводится в форме переписей. В Российской Федерации прошли две Всероссийские сельскохозяйственные переписи в 2006 и 2016 гг. (ВСХП-2006 и ВСХП-2016).

Проведение Всероссийских сельскохозяйственных переписей регламентируется Федеральным законом № 108-ФЗ от 21 июля 2005 г. «О Всероссийской сельскохозяйственной переписи», в соответствии с которым итоги сельскохозяйственной переписи представляют собой официальную статистическую информацию об объектах сельскохозяйственной переписи – юридических и физических лицах, имеющих права на земельные участки, «предназначенные или используемые для производства сельскохозяйственной продукции», либо имеющих сельскохозяйственных животных. Всероссийские сельскохозяйственные переписи отражают следующую информацию об объектах сельскохозяйственной переписи: место производства сельскохозяйственной продукции, земельные ресурсы, численность сельскохозяйственных животных, объемы внесенных удобрений и реализованной продукции сельского хозяйства, государственная поддержка сельскохозяйственной деятельности и другие сведения [6]. С целью совершенствования статистического наблюдения ЛПХ некоторые исследователи предлагают дополнить формы федерального статистического наблюдения показателями,

характеризующими их экономическое состояние: «получение доходов от реализации продукции собственного производства», «поступление кредитных и заемных денежных средств», «расходы на осуществление сельскохозяйственной деятельности» и др. [12, 16].

Основными источниками статистической информации для изучения динамики развития личных подсобных хозяйств в Российской Федерации в период с 2006 года по 2021 год являются результаты сельскохозяйственных переписей 2006, 2016 года и микропереписи 2021 года. И хотя последняя программа переписи учитывает множество ключевых показателей, необходимо ее совершенствование.

Помимо включения в программу переписи дополнительных показателей, характеризующих экономическое состояние хозяйств, требуется решение проблемы чрезмерно больших земельных участков ЛПХ, не свойственных данной категории хозяйств: несмотря на ограничение площади земельного участка ЛПХ в 2,5 га и менее, в соответствии с перечисленными федеральными и региональными законодательными актами, при анализе результатов сельскохозяйственных переписей выявляются ЛПХ с земельными участками, площадь которых значительно превышает 2,5 га [17]. Обозначенная проблема может быть решена путем проведения статистического наблюдения на основе разработки типологий ЛПХ, в том числе с использованием методов искусственного интеллекта, включающих типические группы крупных хозяйств, фактически являющихся товарными и осуществляющих предпринимательскую деятельность.

Библиографический список

1. О личном подсобном хозяйстве: Федеральный закон № 112-ФЗ от 07 июля 2003 г. (ред. от 04 августа 2023 г.) // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43127/
2. Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных в Арктической зоне Российской Федерации и на других территориях Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон № 119-ФЗ от 01 мая 2016 г. // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_197427/
3. Об отдельных вопросах правового регулирования земельных отношений в Астраханской области: закон Астраханской области № 7/2008-ОЗ от 4 марта 2008 г. (ред. от 28 марта 2025 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/819043767?ysclid=ma8c82nede819282883>
4. Об основах регулирования земельных отношений в Краснодарском крае: закон Краснодарского края № 532-КЗ от 5 ноября 2002 г. (ред. от 11 марта 2025 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/461606099?ysclid=ma8d7rvq55690924026>
5. О регулировании земельных отношений в Республике Калмыкия: закон Республики Калмыкия № 177-IV-3 от 9 апреля 2010 г. (ред. от 24 марта 2025 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/895248088?ysclid=ma8eu66wtp871926769>
6. О Всероссийской сельскохозяйственной переписи: Федеральный закон № 108-ФЗ от 21 июля 2005 г. (ред. от 19 октября 2023 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901941335?ysclid=ma8ie5grnx86006107&section=text>
7. Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года. Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ «Статистика

- России», 2022 – 420 с. // rosstat.gov.ru – Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Census_agr_2021_final.pdf
8. Зинченко, А. П. Хозяйства населения по итогам всероссийских сельскохозяйственных переписей / А. П. Зинченко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 119-128. – DOI 10.34677/0021-342X-2019-2-119-128. – EDN VZZJSC.
 9. Методологическое обеспечение Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года // rosstat.gov.ru – Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/part3_t8.pdf
 10. Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации: Федеральный закон № 282-ФЗ от 29 ноября 2007 г. (ред. от 26 декабря 2024 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902074307>
 11. Об организации сельскохозяйственной микропереписи 2021 года: Постановление Правительства Российской Федерации от 29 августа 2020 г. (ред. от 8 июля 2021 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565631466?ysclid=mbuxk9y6tc17865120>
 12. Уколова, А. В. Совершенствование статистического наблюдения личных подсобных хозяйств / А. В. Уколова, К. А. Козлов // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2025. – Т. 22, № 1(257). – С. 27-34. – DOI 10.33920/sel-11-2501-03. – EDN USMYNM.
 13. О крестьянском (фермерском) хозяйстве: Федеральный закон № 74-ФЗ от 11 июня 2003 г. (ред. от 22 июня 2024 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901865030?section=text>
 14. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: Федеральный закон № 209-ФЗ от 24 июля 2007 г. (ред. от 11 июня 2025 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902053196>
 15. Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за сельским хозяйством: Приказ Федеральной службы государственной статистики № 370 от 31 июля 2023 г. (ред. от 31 июля 2024 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303428638?section=text>
 16. Козлов, К. А. Совершенствование системы статистических показателей растениеводства для выборочного наблюдения личных подсобных и других индивидуальных хозяйств граждан / К. А. Козлов // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 4. – С. 83-91. – DOI 10.32651/234-83. – EDN KOTKEW.
 17. Уколова, А. В. Типизация личных подсобных хозяйств методом нейросетевого кластерного анализа / А. В. Уколова, Д. В. Быков // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 6. – С. 97-107. – DOI 10.32651/236-97. – EDN WIJZBS.

УДК 311.3: 631.1.017.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ

*Козлов Кирилл Александрович, ассистент кафедры статистики и кибернетики
института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

Научный руководитель – Уколова Анна Владимировна, доцент, канд. экон. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики института экономики и управления АПК ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: В статье рассматривается необходимость дополнения программы сельскохозяйственных переписей в части личных подсобных хозяйств показателями результатов их деятельности. Предлагается система статистических показателей личных подсобных хозяйств, включающая показатели размера, специализации, интенсивности, эффективности и товарности производства. Дополнения в виде показателей предусматриваются только для крупных товарных хозяйств, выделение которых, может осуществляться с применением типизации, приведенной в работе.

Ключевые слова: личные подсобные хозяйства, сельскохозяйственное производство, система показателей, статистическое наблюдение, сельскохозяйственная перепись

Статистическое наблюдение сельскохозяйственной деятельности личных подсобных хозяйств ведется путем сочетания сплошного (сельскохозяйственные переписи и микропереписи) и выборочного способов его проведения. Программа переписей и микропереписей включает в основном только показатели наличия ресурсов в натуральном выражении, хотя их главная цель, в соответствии с методологическими документами, заключается в формировании официальной статистической информации для разработки прогноза развития сельского хозяйства и мер по повышению его эффективности, для чего необходимы и показатели результатов деятельности.

Учитывая неоднородность [3] и многочисленность статистической совокупности личных подсобных хозяйств (свыше 16 млн. в сельской местности) [1], на основе доказанной тенденции к существенному уменьшению их доли в валовом выпуске продукции сельского хозяйства [2], предлагается проводить сельскохозяйственные переписи и микропереписи по наиболее крупным товарным ЛПХ по дополненной стоимостными и результативными показателями программе (Рисунок 1).

- размера (в расчете на 1 ЛПХ)

- общая площадь используемых сельскохозяйственных угодий, в т.ч. по видам, ар;
- общая посевная площадь – всего и по видам сельскохозяйственных культур, ар;
- число (площадь) многолетних насаждений, *в т.ч. колонновидных**, ед. (ар);
- поголовье скота и птицы, гол.: по видам и в пересчете на условное;
- число лиц, постоянно проживающих в хозяйстве, чел.;
- *стоимость валовой продукции сельского хозяйства, тыс. руб. (в т.ч. растениеводства и животноводства – в целом и по видам продукции: картофель, овощи, молоко и молочная продукция, мясо и мясная продукция, мед и др.);*
- *доход от реализации продукции собственного производства, тыс. руб. (в т.ч. растениеводства и животноводства – в целом и по видам продукции: картофель, овощи, молоко и молочная продукция, мясо и мясная продукция, мед и др.);*
- *затраты на производство продукции сельского хозяйства в расчете на 1 ар общей посевной площади, на 1 условную голову скота, содержащегося в хозяйстве, тыс. руб.;*
- *получено валовой продукции животноводства (надой молока (по видам скота), кг; валовой сбор меда, кг; валовой настриг шерсти, кг и др.);*
- *валовой сбор продукции растениеводства (по видам сельскохозяйственных культур), кг*

- специализации

- удельный вес посевов сельскохозяйственных культур в общей посевной площади под урожай текущего года, (зерновые культуры, картофель, овощи открытого грунта, овощи закрытого грунта, бахчевые культуры, кормовые травы и др.), %;
- *удельный вес стоимости валовой продукции сельского хозяйства (растениеводство, животноводство, в т.ч. мясо и мясная продукция, молоко и молочная продукция и др.), %;*
- *удельный вес доходов от реализации основных видов продукции сельского хозяйства (растениеводство, животноводство, в т.ч. мясо и мясная продукция, молоко и молочная продукция и др.), %;*
- *удельный вес затрат на производство продукции сельского хозяйства (растениеводство, животноводство), %.*

- интенсивности

- общая площадь земельных участков, посевов, в т.ч. по видам сельскохозяйственных культур в расчете на 1 члена ЛПХ, ар;
- удельный вес площади пашни, сенокосов, пастбищ, многолетних насаждений и др. в общей площади используемых сельскохозяйственных угодий, %;
- число членов ЛПХ в расчете на 10 ар, чел.;
- численность условного поголовья, поголовья животных по видам и группам скота в расчете на 1 ар посевной площади / на 1 члена ЛПХ, гол.

- эффективности и товарности производства

- *продуктивность сельскохозяйственных животных (надой молока в расчете на 1 корову, кг; валовой сбор меда в расчете на 1 пчелосемью, кг и др.);*
- *урожайность сельскохозяйственных культур (по видам), ц/га;*
- *стоимость валовой продукции сельского хозяйства (всего и по отраслям: растениеводство, животноводство, в т.ч. мясо и мясная продукция, молоко и молочная продукция и др.) в расчете на 1 ар общей посевной площади, на 1 члена ЛПХ, тыс. руб.*
- *доход от реализации продукции собственного производства в расчете на 1 ар общей посевной площади, на 1 условную голову скота, содержащегося в хозяйстве, тыс. руб.;*
- *уровень товарности по основным видам продукции (мясо и мясная продукция, молоко и молочная продукция, картофель, овощи, шерсть, мед и др.), %*

* полу
Источ

Рис. 1 Система статистических показателей для анализа сельскохозяйственного производства крупных товарных личных подсобных хозяйств по данным ВСХП (с учетом дополнения переписных листов)

Стоимость валовой продукции предлагается определять с использованием Методических указаний Росстата по расчету объема производства продукции сельского хозяйства. Тогда по результатам сельскохозяйственных переписей можно будет дать характеристику размеров, специализации, интенсификации и эффективности сельскохозяйственного производства в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ), дополненная система показателей приведена на рисунке 1.

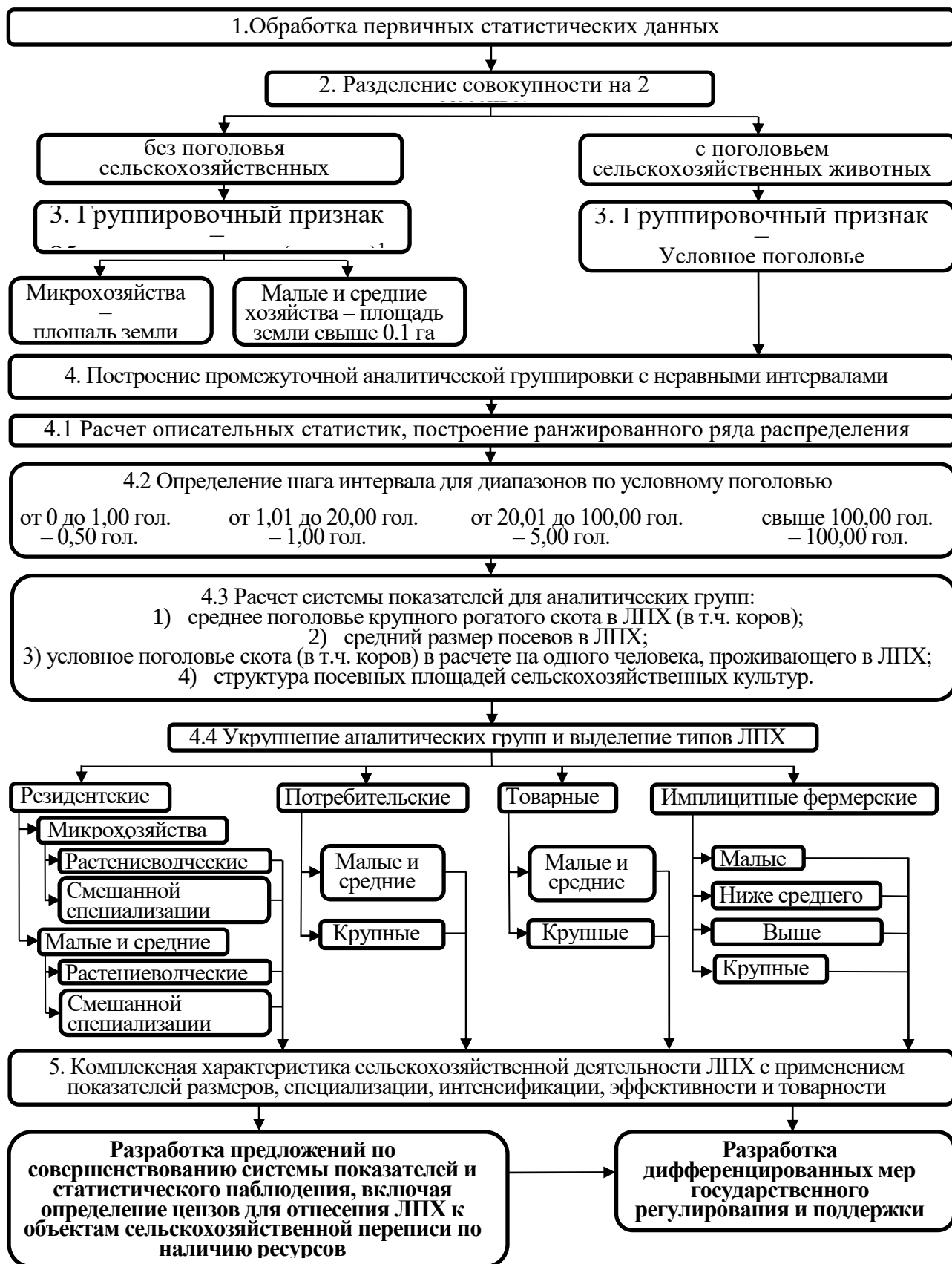


Рис. 2 Схема типизации личных подсобных хозяйств по данным сельскохозяйственных переписей

¹ – ЛПХ включаются в резидентский тип.

² – Если ЛПХ находящееся в диапазоне по условному поголовью от 0 до 0,50, не удовлетворяет ни одному из условий (площадь земли составляет свыше 0,1 га; поголовье кур свыше 10 голов; поголовье овец больше одной; поголовье коз больше одной), то оно является микрохозяйством.

Для определения наиболее крупных хозяйств можно использовать типизацию ЛПХ (Рисунок 2), подробная методика которой, представлена в работе [3]. Благодаря ее использованию из совокупности личных подсобных хозяйств можно выделить товарные и имплицитные фермерские хозяйства, сбор сведений о доходах которых, вполне оправдан.

Применение типологии личных подсобных хозяйств при подготовке к очередному раунду сельскохозяйственной переписи позволит предусмотреть дифференцированный подход к объектам наблюдения, увеличив отчетную нагрузку только в отношении респондентов, ведущих товарное производство сельскохозяйственной продукции. Дополнение переписных листов существенно расширит аналитические возможности для изучения сельскохозяйственной деятельности личных подсобных хозяйств, благодаря чему можно будет более точно определять их вклад в производство.

Библиографический список

1. Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года.: Статистический сборник. – Федеральная служба гос. статистики. – Москва: ИИЦ «Статистика России», 2022. – 420 с – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Census_agr_2021_final.pdf (дата обращения: 10.05.2025). – Текст: электронный.
2. Уколова, А. В. анализ динамики сельскохозяйственного производства хозяйств населения / А. В. Уколова, К. А. Козлов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 6, № 8(149). – С. 208-220. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2024.08.06.022. – EDN VBETEQ.
3. Уколова, А. В. Типология личных подсобных хозяйств по данным сельскохозяйственной микропереписи 2021 г / А. В. Уколова, К. А. Козлов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 6, № 8(149). – С. 221-235. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2024.08.06.023. – EDN MNTLHJ.

УДК 330.341.11

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ РОСТА ДОЛИ ВДС МИРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Маслакова Веста Владимировна, к.э.н., доцент кафедры статистики и кибернетики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, maslakovavv@rgau-msha.ru.

Аннотация. В статье проведено исследование, направленное на выявление факторов роста доли ВДС мирового сельского хозяйства от совокупного ВВП. Проведен корреляционно-регрессионный анализ за период с 2015 по 2023 год по данным ФАО.

Выявлены факторы, влияющие на рост результативного показателя, и построена значимая двухфакторная динамическая регрессионная модель.

Основные методы исследования включали аналитические, сравнительные, табличные и графические подходы, а также корреляционно-регрессионный анализ данных с применением пакета программ Statistica.

Ключевые слова: устойчивое производство, анализ динамики, сельскохозяйственное производство, факторы роста, ВДС сельского хозяйства.

Устойчивая продовольственная безопасность – ключевой ориентир развития мировой экономики, объединяющий задачи обеспечения продуктами питания текущее поколение без ущерба интересов последующих поколений, а также задачи экономии ресурсов и бережного отношения к окружающей природной среде [1, 3-6]. Реализация концепции устойчивой продовольственной безопасности невозможна без развития сельского хозяйства. В связи с чем интерес представляет настоящее исследование, нацеленное на выявление факторов роста доли ВДС мирового сельского хозяйства от совокупного ВВП.

Задачи исследования:

1. Провести корреляционный анализ взаимосвязи между ВДС сельского хозяйства и факторами роста сельскохозяйственного производства;
2. Построить регрессионную модель зависимости доли ВДС сельского хозяйства от факторов роста;
3. Сформулировать выводы, исходя из результатов корреляционно-регрессионного анализа.

В рамках настоящего исследования под «факторами роста» понимаются факторные показатели, имеющие положительную, выше среднего значения, корреляцию с показателем ВДС сельского хозяйства.

Основные методы исследования включали аналитические, сравнительные, табличные и графические подходы, а также корреляционно-регрессионный анализ данных с применением пакета программ Statistica. В качестве материалов исследования использованы данные официального сайта Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО)⁷. Автор проанализировал период с 2015 по 2023 год, так как 2015 г. используется как базовый год для сравнения при расчете стоимостных показателей на официальном сайте ФАО.

Результаты исследования

За период с 2015 по 2023 гг. ВДС мирового сельского хозяйства возросла на 1 200,8 млрд. долл. США, что составляет 37,9% в текущих ценах или на 805,2 млрд. долл. США (+ 25,4%) в ценах 2015 г.¹ Доля ВДС мирового сельского хозяйства от совокупного ВВП возросла на 0,09 п.п. Динамика показателя положительная, на что в свою очередь повлияло наращивание источников финансирования отрасли.

Рост ссудной задолженности сельского хозяйства на 1 га сельскохозяйственных угодий составил 72,4 долл. (+ 34,6%), доля субсидий сельскому хозяйству от общего объема субсидий возросла на 0,3% (Рис. 1).

За анализируемый период наблюдается наращивание основных фондов: среднегодовой валовой прирост основного капитала в сельском хозяйстве на 1 га сельскохозяйственных угодий составил 124,0 долл. За анализируемый период чистая стоимость основного капитала в сельском хозяйстве на 1 га сельскохозяйственных угодий

⁷ Food and Agriculture Organization of the United Nations: official data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/faostat/> (обращение 10.06.2025)

увеличилась на 401,6 долл. (+ 35,7%). Плотность сельского населения возросла незначительно на 0,3%.

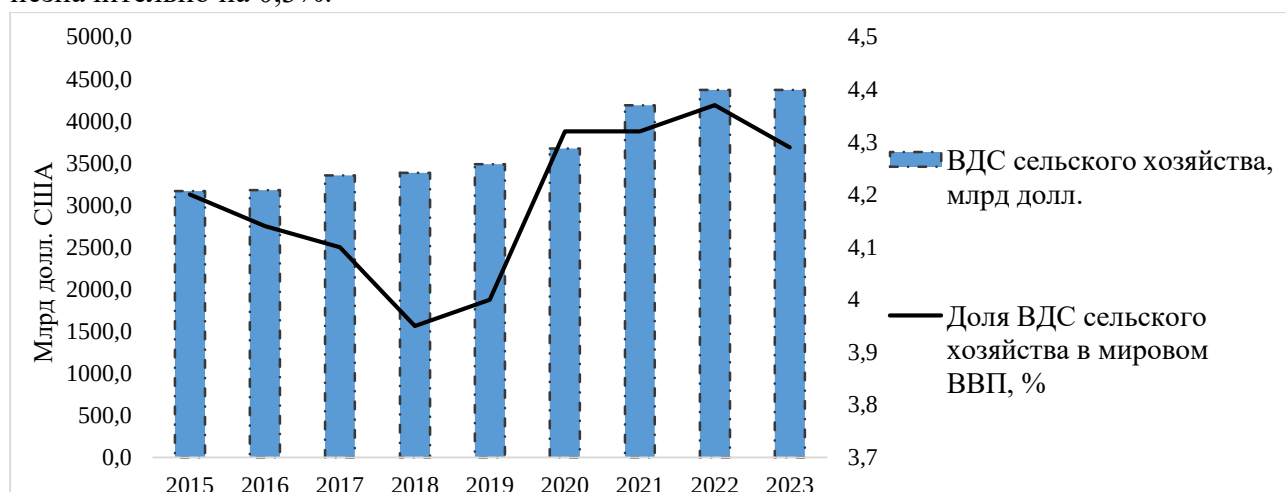


Рис. 1 Динамика ВДС мирового сельского хозяйства

Проведен корреляционный анализ зависимости доли ВДС сельского хозяйства от факторов роста, среди которых следующие показатели: доля государственных расходов на сельское хозяйство, %, ссудная задолженность сельского хозяйства на 1 га сельскохозяйственных угодий, долл. США, доля субсидий сельскому хозяйству от общего объема субсидий, %, азот и фосфор, получаемые из минеральных (органических) удобрений на 1 га посевной площади, кг/га, эффективность использования пресной воды, долл. продукции сельского хозяйства на 1 м³, валовой прирост основного капитала на 1 га сельскохозяйственных угодий, долл., чистая стоимость основного капитала на 1 га сельскохозяйственных угодий, долл., плотность сельского населения, чел на 100 га.

Для определения факторов, оказывающих существенное влияние на результат, использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена, который устойчив к выбросам и может применяться к малым выборкам. В результате расчетов получены значимые оценки ранговой корреляции Спирмена по показателям доля государственных расходов на сельское хозяйство, % (-0,68), азот и фосфор, получаемые из минеральных (органических) удобрений на 1 га посевной площади, кг/га (0,67), плотность сельского населения, чел на 100 га (0,71). Как видно из анализа, наибольшая (тесная) взаимосвязь наблюдается между результатом и показателем плотность сельского населения.

Анализ коэффициентов автокорреляции первого и второго порядков динамических рядов рассматриваемых показателей свидетельствует о наличии тесной автокорреляции в динамических рядах. Так как на взаимосвязь показателей существенное влияние оказывает фактор времени, использован метод моделирования тенденции с включением в регрессионную модель фактора (t), что позволяет исключить тенденцию и отобразить чистое влияние показателя на результат. В итоге анализа с последовательным включением факторов была получена значимая двухфакторная модель линейной регрессии, описывающая зависимость между долей ВДС сельского хозяйства от совокупного ВВП и долей государственных расходов на сельское хозяйство от совокупных расходов (1).

$$Y = 8,62 - 2,12x - 0,04t \quad (1)$$

где Y – доля ВДС сельского хозяйства от совокупного ВВП, %;

x – доля государственных расходов на сельское хозяйство от совокупных расходов, %;

t – временная компонента.

Доля объясненной вариации результата составляет 71%, модель и все ее параметры значимы. Несмотря на рост государственных расходов на сельское хозяйство в абсолютном значении, их удельный вес сокращается. В отрасли наращивается объем кредитных средств, что проявляется в обратной зависимости между результатом и фактором в модели.

Полученная модель была проверена на наличие автокорреляции с использованием критерия Дарбина-Уотсона. Значение критерия отлично от двух, при этом согласно таблице критических значений данной статистики при числе наблюдений, равном 9, и двух факторной модели нижняя граница (d_n) составляет 0,629, верхняя граница (d_v) – 1,699. Отсюда получаем, что фактическое значение (2,06) попадает в диапазон от 2 до $4-d_n$, что свидетельствует об отсутствии автокорреляции остатков.

В качестве заключения стоит отметить, что за анализируемый период наблюдается рост ВДС сельского хозяйства, на что существенно повлияло наращивание объемов финансирования. Политика рационального использования ресурсов способствовала увеличению питательных веществ в почве, получаемых из минеральных и органических удобрений, повышению эффективности использования пресной воды. Также стоит отметить положительную динамику фондообеспеченности отрасли и рост численности сельского населения.

Библиографический список

1. Milder J.C., Willemen L., Crossman N.D. and others. Aggregate effects on ecosystem services from certification of tea farming in the Upper Tana River basin, Kenya. *Ecosystem Services*. 38(2019) 100962: 13. DOI:10.1016/j.ecoser.2019. 100962.
2. Sawicka B. Nutrient Use Efficiency for Food Security, Sustainable Development, and Resilience. *Zero Hunger: monography*. 2020: 583-600. DOI:10.1007/978-3-319-95675-6_34.
3. Маслакова В.В. Методика статистической оценки эффективности использования бюджетных средств, направленных на финансирование инвестиционных проектов АПК / В.В. Маслакова // *Бухучет в сельском хозяйстве*. – 2018. – № 7 – С. 72-81.
4. Маслакова В.В. Зеленые инвестиции: мировой опыт и обзор российской практики / В.В. Маслакова // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2024. Т. 21. – № 5 (249). – С. 364-375.
5. Маслакова В.В. Структурно-динамический анализ «зеленых» инвестиций в России / В.В. Демичев, М.К., В.С. Токарев, А.Г. Ибрагимов // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2024. Т. 21. – № 9 (253). – С. 628-640.

УДК 004.8

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА КАРДИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ИНДЕКСА (VHS) НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНОГРАММ

Титов Артем Денисович, аспирант второго года обучения кафедры статистики и кибернетики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, kisameartem@mail.ru

Научный руководитель: Демичев Вадим Владимирович, к.э.н., доцент, доцент кафедры статистики и кибернетики ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vadi.demiche@mail.ru.

Аннотация. В статье рассмотрен процесс разработки модуля интеллектуальной системы для расчета кардиовертебрального индекса (VHS) с использованием алгоритмов компьютерного зрения. В качестве исходных данных был представлен датасет из более 500 рентгеновских снимков домашних животных. В ходе проекта, была модифицирована и обучена модель *yolov8x*, с дальнейшей разработкой графического интерфейса пользователя.

Ключевые слова: компьютерное зрение, рентгенограмма, кардиовертебральный индекс, VHS.

Во всем мире происходит глобальная цифровизация, которая обусловлена высокой скоростью развития цифровых технологий, в частности – технологий интеллектуальной обработки информации. Сфера ветеринарной медицины не является исключением.

Рентгенологические методы диагностики остаются одним из основных способов оценки состояния здоровья животных. Однако процесс интерпретации этих изображений требует значительных временных затрат и высокой квалификации специалистов. Особенно это актуально при расчете таких важных показателей, как кардиовертебральный индекс (VHS) для домашних животных, который используется для оценки размеров сердца относительно позвонков, позволяет выявлять сердечно-сосудистые заболевания у кошек и собак.

Традиционный метод расчета VHS предполагает следующие шаги:

1. Определение длинной оси сердца
2. Измерение короткой оси
3. Проекция этих измерений на грудной отдел позвоночника
4. Подсчет отношения полученных значений

Этот подход обладает существенными недостатками, связанных с высокой вероятностью человеческой ошибки, значительными временными затратами в связи с ручной работой, субъективностью результатов.

Для решения этих проблем, был разработан программный продукт, который позволяет провести расчет в полуавтоматическом режиме, сильно сократив время на обработку одного снимка.

В основу продукта легла натренированная модель *yolo*, которая способна выделять на изображении сердце и грудные позвонки кошек и собак. Такой эффект удалось достичь благодаря грамотно размеченному датасету (Рисунок 1) с помощью сервиса с открытым исходным кодом для создания аннотаций MakeSense. Относительно результата обработки строится все взаимодействие пользователя с приложением.

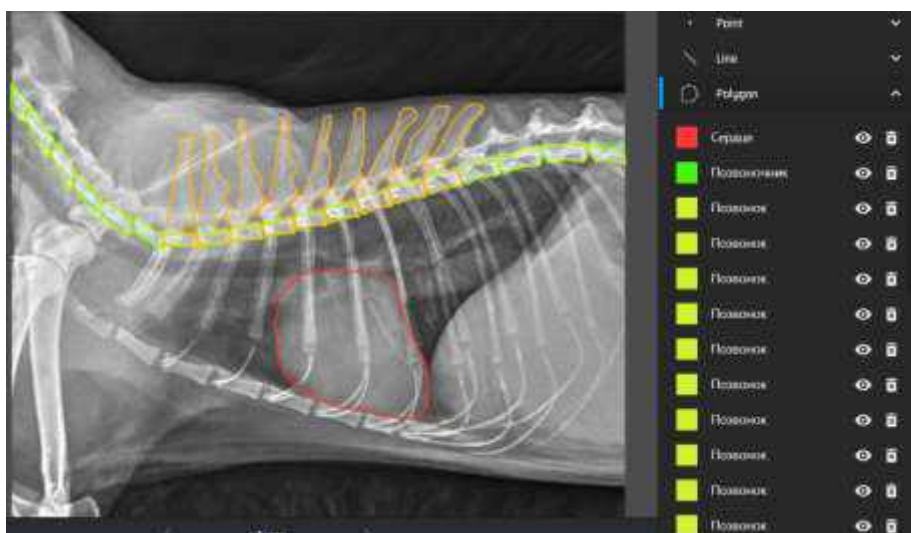


Рисунок 5 – Пример размеченного изображения

Для автоматического расчета кардиовертебрального индекса, пользователю достаточно провести длинную и короткую оси сердечного силуэта (Рисунок 2).

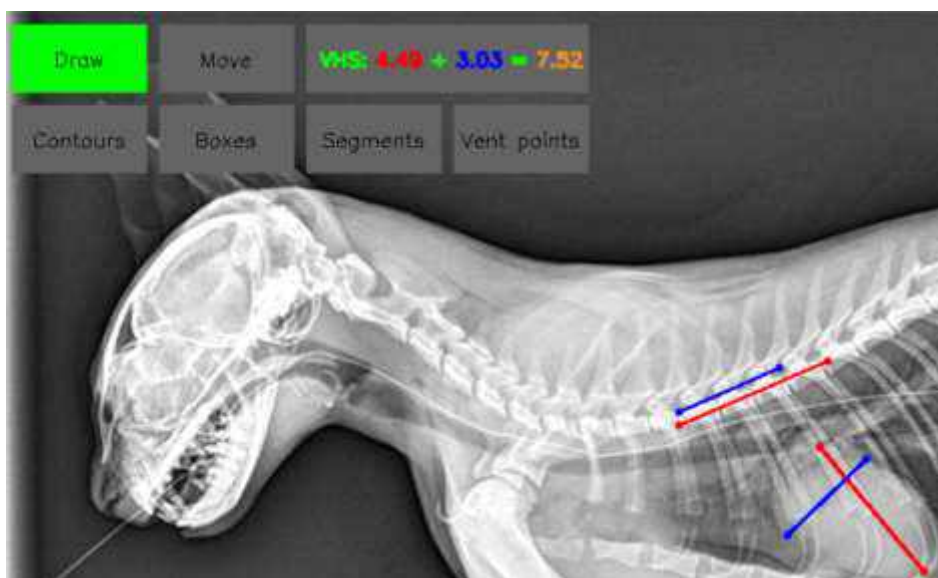


Рисунок 6 – Пример работы программы

Алгоритм разработан таким образом, что длина проведенных отрезков дублируется на позвоночник, начиная с четвертого грудного позвонка, производится подсчет позвонков, через которых проходят новые отрезки, эти величины складываются и результат может быть интерпретирован относительно реферальных значений для конкретной породы.

Библиографический список

1. Бутаков С.А., Козлов А.Ю. Современные технологии обработки медицинских изображений // Вестник РУДН. Серия: Информатика. 2022. № 2. С. 12–25.
2. Chollet F. Deep Learning with Python. Manning Publications Co., 2017.
3. Bochkovskiy A., Wang C.-Y., Liao H.-Y. M. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection // arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020.
4. Головкин Е.В., Петров М.А. Компьютерное зрение в медицине: возможности и ограничения // Медицинская техника. 2021. № 3. С. 45–56.

5. MakeSense – платформа для разметки данных. URL: <https://www.makesense.ai>
6. Цифровые технологии анализа данных в сельском хозяйстве / А. П. Зинченко, А. В. Уколова, В. В. Демичев [и др.]. – Москва : «Научный консультант», 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-907477-96-4.
7. Титов, А. Д. Использование нейронных сетей для распознавания образов / А. Д. Титов // Сборник трудов приуроченных к 74-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения П.А.Ильенкова, Москва, 01 января – 31 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 50-53. – EDN SIRZRI.
8. Титов, А. Д. Использование нейронных сетей для распознавания образов / А. Д. Титов // Сборник трудов приуроченных к 74-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения П.А.Ильенкова, Москва, 01 января – 31 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 50-53. – EDN SIRZRI.
9. Харитонова, А. Е. Разработка модуля информационной системы распознавания образов / А. Е. Харитонова, А. Д. Титов // Цифровые технологии анализа данных в сельском хозяйстве. – Москва : «Научный консультант», 2022. – С. 211-241. – EDN CRKOMW.
10. Цифровые технологии анализа данных в сельском хозяйстве / А. П. Зинченко, А. В. Уколова, В. В. Демичев [и др.]. – Москва : «Научный консультант», 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-907477-96-4. – EDN JTPUDH.
11. Титов, А. Д. Методы и алгоритмы интеллектуального анализа больших данных в сельском хозяйстве / А. Д. Титов // Материалы международной научно-практической конференции "Тренды развития сельского хозяйства и агрообразования в парадигме Зеленой экономики" : сборник статей, Москва, 14–15 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 29-33. – EDN QZGBTG.
12. Титов, А. Д. Перспективы компьютерного зрения в статистике сельского хозяйства / А. Д. Титов // Материалы II национальной научной конференции "Современные направления статистических исследований", Москва, 26 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 61-65. – EDN XRDYRR.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024690429 Российская Федерация. «Программное средство для верификации личностей пользователей во время ВКС с использованием методов искусственного интеллекта» : № 2024688865 : заявл. 29.11.2024 : опубл. 16.12.2024 / А. Д. Титов, В. В. Демичев, Д. Э. Храмов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN INWDCO.
14. Алгоритмизация и программирование : Учебное пособие / В. В. Демичев, Д. В. Быков, Д. Э. Храмов [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 248 с. – ISBN 978-5-907933-15-6. – EDN DMGLNI.

УДК 33

ВЛИЯНИЕ РОСТА СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ СТОИМОСТИ КАПИТАЛА НА РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
Щедрин Евгений Евгеньевич, аспирант кафедры финансового менеджмента ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», shedrin9@yandex.ru

Аннотация: Рассмотрено влияние роста средневзвешенной стоимости капитала на развитие российского топливно-энергетического комплекса в контексте повышения ключевой ставки Банка России. В качестве ключевого показателя выбран показатель LCOE,

отражающий стоимость производимой энергии. По результатам работы выработаны предложения, направленные на смягчение последствий высокого показателя WACC

Ключевые слова: энергетика, ТЭК, капитал, ставка дисконтирования.

Российская экономика уже на протяжении долгого времени испытывает давление со стороны внешних факторов. С 2020 года по 2022 год воздействие внешних факторов было вызвано пандемией COVID-19 и её последствиями. С 2022 года было наложено большое количество ограничений, которые оказывают деструктивное влияние как на развитие топливно-энергетического комплекса (ТЭК), так и на российскую экономику в целом.

ТЭК является одной из ключевых отраслей для российской экономики, поскольку обеспечивает порядка 35-40% доходов в федеральный бюджет и 10-15% совокупного ВВП (с учетом нефтегазовой отрасли). Для сравнения, в Соединенных Штатах Америки доходы бюджета от ТЭК не превышают 10%, при этом они являются крупнейшим производителем нефти и газа в мире. Таким образом, одной из ключевых задач российской экономики является обеспечение функционирования и развития ТЭК вне зависимости от давления внешних факторов. Несмотря на наличие масштабных государственных программ по поддержке энергетических компаний, особенно в области развития новых технологий, которые должны обеспечить импортозамещение, ТЭК сталкивается с проблемой финансирования проектов.

Уровень стабильности финансовых институтов является одним из важнейших факторов, влияющих на развитие компаний в стране. Кризис финансовых институтов может приводить к проблеме финансирования проектов через снижение доступности кредитов [1]. Существуют сферы экономики, такие как ТЭК, которые в большей степени зависимы от доступности кредитов, поскольку инвестиционные проекты предполагают длительный период окупаемости и высокие риски. В отличие от многих европейских компаний, которые столкнулись с проблемой снижения доступности кредитов в постпандемийный период, российские компании ТЭК не испытывали таких трудностей. Это обуславливается разной кредитно-денежной политикой в период пандемии. Инфляция в России росла, но меньшими темпами, чем в Европе, т.к. Европейский центральный банк и правительства Европейского союза вливали триллионы евро в экономику через покупку государственных облигаций и прямые выплаты населению на фоне 0% процентной ставки. Россия, напротив, поддерживала экономику точно и не перегревала её. Драйвером также стало и то, что цены на энергоресурсы после пандемии повысились и Россия смогла стабильно поддерживать свою экономику благодаря экспорту.

Проблема доступности кредитования инвестиционных проектов в ТЭК обострилась только с введения западных ограничений на экономику. Резкий рост цен на товары стал одним из ключевых факторов роста ключевой ставки Банка России, поскольку «дорогие» деньги позволяют не перегревать экономику страны. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что на доступность кредитования инвестиционных проектов повлияли не столько прямые санкции на ТЭК, сколько совокупный эффект на всю экономику страны.

Любой инвестиционный проект предполагает получение прибыли, то есть положительного показателя NPV (чистой приведенной стоимости). Поскольку показатель NPV напрямую зависит от ставки дисконтирования в виде средневзвешенной стоимости капитала (WACC), компании заинтересованы в низком показателе WACC. Расчет WACC представлен следующей формулой (формула 1):

$$WACC = \left(\frac{E}{V} * Re\right) + \left(\frac{D}{V} * Rd\right) * (1 - Tc) \quad (1)$$

где,

Е — стоимость собственного капитала,

V — общая стоимость капитала (сумма),
 R_e — ожидаемая доходность собственного капитала,
 D — заемный капитал,
 R_d — стоимость заемного капитала,
 T_c — налоговая ставка на прибыль.

Стоит отметить, что ключевая ставка увеличивает не только стоимость заемного капитала, но и стоимость собственного. Данный тезис обуславливается тем, что при расчете стоимости собственного капитала одной из переменных является безрисковая ставка, которая привязана к доходности государственных облигаций (формула 2).

$$K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f) \quad (2)$$

где,

R_f — безрисковая ставка,

β — бетта-коэффициент,

$R_m - R_f$ — рыночная премия за риск.

Таким образом, рост ключевой ставки приводит к повышению показателя WACC, а это, в свою очередь, влияет на показатель NPV, который снижается или становится отрицательным, поскольку увеличивается ставка дисконтирования. С января 2022 года по апрель 2025 года ключевая ставка Банка России выросла с 8,5% до 21% (рисунок 1).

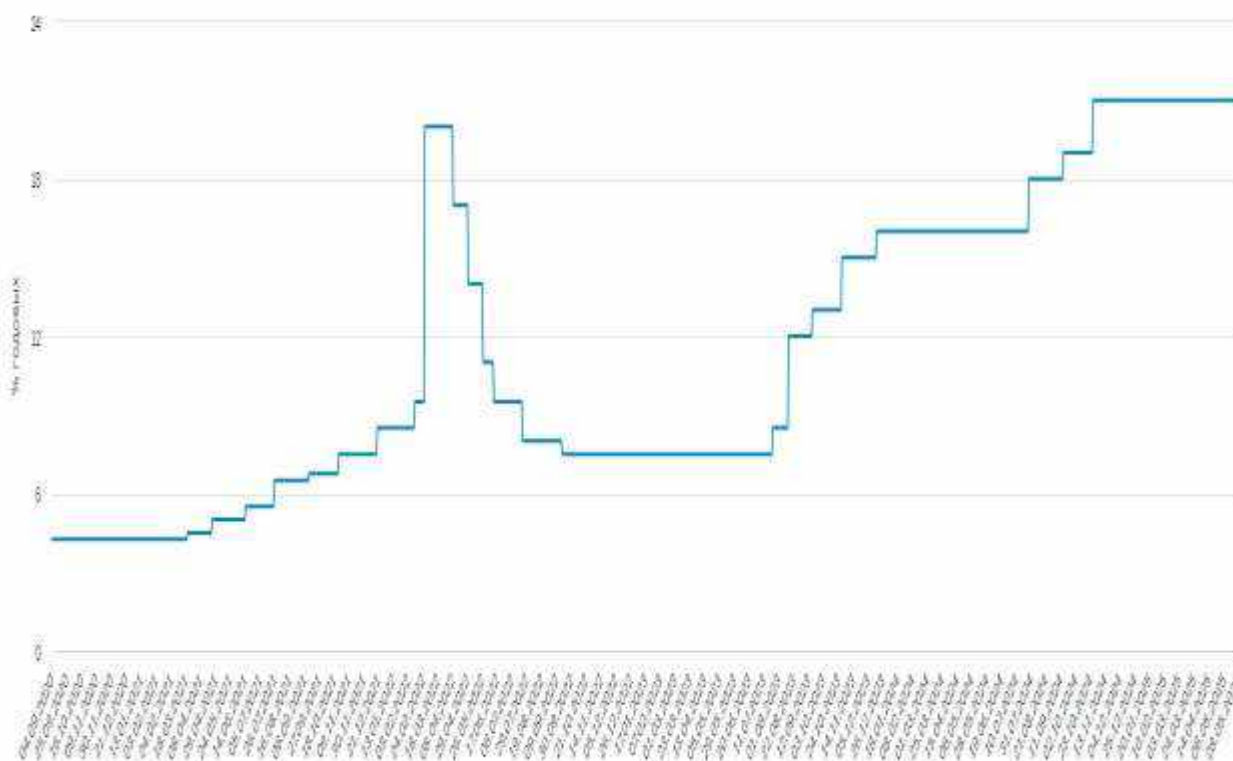


Рис. 1 Ключевая ставка Банка России

В данной работе для оценки влияния WACC на российский ТЭК будет использоваться показатель LCOE (выровненная стоимость электроэнергии). LCOE является ключевым финансовым показателем, который оценивает среднюю стоимость производства 1 кВт*ч электроэнергии за весь жизненный цикл энергетического объекта. Существует несколько интерпретаций расчета LCOE, но в данном исследовании будет использоваться формула, представленная Short W., Packey D.J., Holt Th (формула 3) [8, с. 120]

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + O_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (3)$$

где,

I_t — инвестиционные затраты в год t ,

O_t — операционные затраты и затраты на содержание в год t ;

F_t — затраты на топливо в год t ;

E_t — производство электроэнергии в год t ;

r — ставка дисконтирования;

t — жизненный цикл системы.

В качестве субъектов ТЭК будут рассмотрены атомные электростанции (АЭС), угольные конденсационные электростанции (КЭС) и парогазовые тепловые электростанции (ПГЭС). Большой объем открытых данных по перечисленным электростанциям в России отсутствует, однако можно использовать данные по укрупненным технико-экономическим характеристикам. Для сравнения будут использоваться значения показателя WACC в 8% и 12%. В таблице отражены показатели LCOE при WACC в 12% и 8% соответственно.

Таблица 1

Вид станции	АЭС	КЭС	ПГЭС
LCOE (WACC=12%),руб	5,05	5,44	4,23
Капитальные затраты	3,93	3,11	3,71
Затраты на поддержание работы	0,67	92	0,52
Затраты на топливо	0,45	141	
LCOE (WACC=8%),руб	3,53	4,38	3,64
Капитальные затраты	2,41	2,05	3,12
Затраты на поддержание работы	0,67	0,92	0,52
Затраты на топливо	0,45	1,41	
КИУМ, %	87	67	28

По представленным результатам можно сделать вывод о том, что показатель LCOE сильно зависит от средневзвешенной стоимости капитала, поскольку значения при WACC в 8% и в 12% могут достигать разницы в полтора раза. Также можно сделать вывод о том, что чем выше CAPEX (капитальные затраты) в общей структуре затрат на протяжении всего этапа функционирования электростанции, тем больше зависимость от показателя WACC. В рассматриваемых электростанциях наиболее подверженным показателю WACC оказались АЭС, поскольку CAPEX в процентном соотношении по отношению к общим издержкам наиболее высокое [2].

Результаты работы подтверждают тезис о том, что высокие показатели WACC оказывают значительное влияние на топливно-энергетический комплекс страны. В

настоящее время отечественная экономика переживает серьезные вызовы, которые отражаются на устойчивости финансовых институтов. Для энергетических компаний это особенно критично, так как их бизнес капиталоемкий и зависит от долгосрочных инвестиций. При дальнейшем росте или сдерживании высокого уровня ключевой ставки многие проекты в области энергетики могут иметь высокий LCOE, и, соответственно, низкие/отрицательные показатели NPV. Одним из решений данной проблемы может стать хеджирование, привлечение льготного финансирования и оптимизация структуры капитала. Однако стоит отметить, что применение данных инструментов не является панацеей от существующих вызовов, т.к. только снижает последствия.

Библиографический список

1. Методические рекомендации по расчёту эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности [Электр. текст]. Минстрой России. Режим доступа: minstroyrf.ru. Дата обращ.: 02.04.2025.
2. Развитие конкуренции на рынке электроэнергии в ДФО [Электр. текст]. Аналитический центр при Правительстве РФ. Режим доступа: ac.gov.ru. Дата обращ.: 02.04.2025.
3. Отчёт о функционировании ЕЭС России в 2024 году [Электр. текст]. АО «СО ЕЭС». Режим доступа: so-ups.ru. Дата обращ.: 02.04.2025.
4. Short W., Packey D.J., Holt Th. A manual for the economic evaluation of energy efficiency and renewable energy technologies. NREL; U.S. DoE; Midwest Research Institute. Golden, Colorado, U.S. Mart 1995. 120 p.

СЕКЦИЯ «МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

УДК 378.147:004.032:631.152

ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ В АГРАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОТ ФРАГМЕНТАРНОСТИ К СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЧЕРЕЗ СТАНДАРТИЗАЦИЮ

Авдеев Станислав Андреевич, аспирант кафедры прикладной информатики, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, avdeev.stanislav@yandex.ru

Гусев Никита Сергеевич, аспирант кафедры прикладной информатики, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, guseffnnikita@mail.ru

Научные руководители:

Степанцевич Марина Николаевна, к.э.н., доцент кафедры прикладной информатики, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, stepancevich@rgau-msha.ru

Худякова Елена Викторовна, д.э.н., профессор кафедры прикладной информатики, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, evhudyakova@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Исследование направлено на систематизацию подходов к внедрению цифровых платформ в аграрное образование. На основе трехуровневой архитектуры предложены механизмы интеграции данных и инструментов управления рисками. Обоснована разработка отраслевого стандарта, обеспечивающего интероперабельность решений.*

***Ключевые слова:** цифровые платформы, аграрное образование, трехуровневая модель, отраслевой стандарт, адаптация к неопределенности.*

В настоящее время нередки ситуации, когда студент аграрного вуза учится прогнозировать урожайность на устаревших данных, а выпускник, приходя на работу, сталкивается с цифровыми системами, о которых даже не слышал. Подобная ситуация является следствием фрагментарности цифровых решений в образовании. Сегодня, когда постоянные изменения внешних и внутренних условий функционирования становятся нормой, подготовка кадров для АПК требует принципиально новых инструментов.

Несмотря на обилие цифровых платформ, их внедрение – непростой процесс, связанный с отсутствием общей картины: вузы, агропредприятия и государство используют разрозненные системы, которые не согласуются между собой. Ключ к решению данной проблемы – в системном подходе [1].

Основные барьеры внедрения платформенных решений [2]:

- технологические – отсутствие единых стандартов обмена данными между образовательными учреждениями и агропредприятиями;
- организационные – недостаточная координация между вузами, государственными органами и бизнесом в вопросах цифровизации;
- методические – нехватка адаптированных учебных программ, использующих функционал цифровых платформ для управления рисками: используются устаревшие методы, которые уже необходимо трансформировать в соответствии с реалиями.

Без решения этих вопросов потенциал цифровых платформ останется нереализованным, что замедляет достижение целей национальных программ и законодательных актов [3, 4].

На основе разработанной Хенком Джонкерсом и Марком Ланкхорстом [2] трехуровневой модели предлагаются практические механизмы внедрения, представленные на рис. 1.

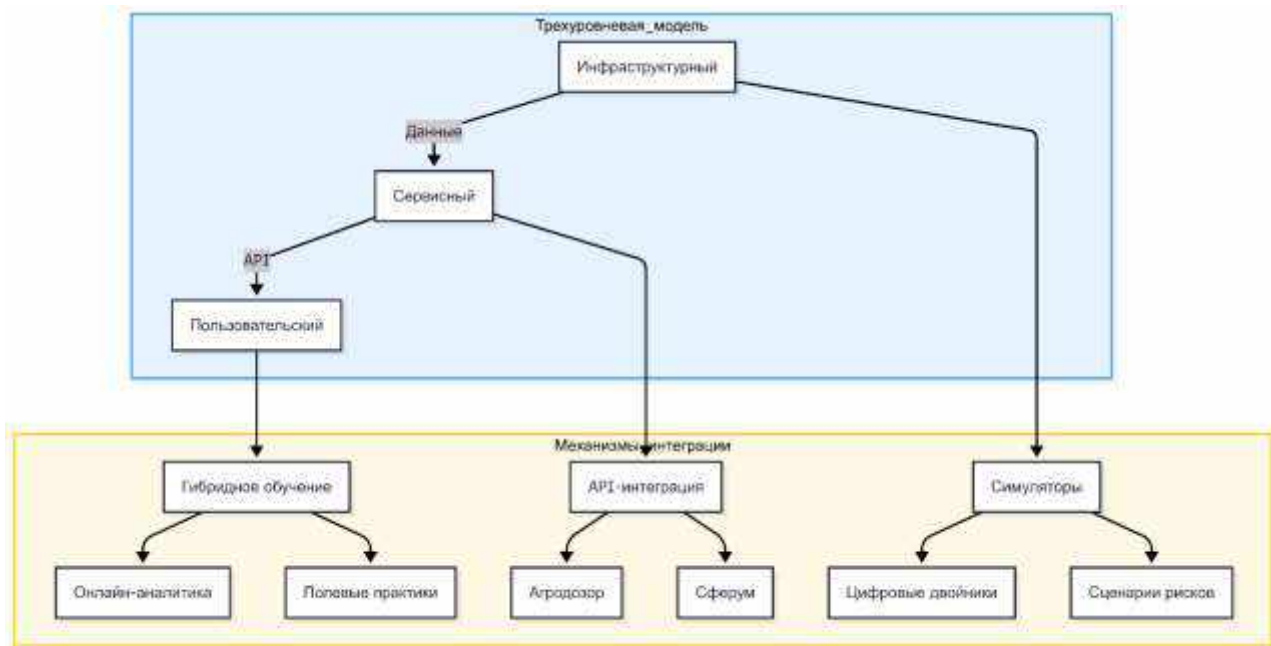


Рис. 1 Механизмы интеграции цифровых платформ в образовательный процесс

Схема, представленная на рис. 1, наглядно отражает ключевые механизмы интеграции трехуровневой модели цифровой платформы для аграрного образования. Благодаря системному подходу к использованию технологической базы и практических инструментов обеспечивается связность теоретических и прикладных аспектов за счет применения сценариев рисков и их моделирования с помощью цифровых двойников. Данное представление является дорожной картой для цифровой трансформации аграрного образования [5].

Для преодоления нормативных барьеров предлагается создать нормативный документ, представляющий собой систему унифицированных требований к архитектуре и функционалу цифровых образовательных платформ в агропромышленном комплексе, чтобы исключить фрагментарность цифровых решений между компаниями и образовательными учреждениями (таблица 1) [3, 4, 6].

Таблица 1

Система требований – отраслевой стандарт цифровых образовательных платформ для агропромышленного комплекса

Категория	Компоненты
Отраслевой стандарт	Нормативная база, технические требования, организационные механизмы
Нормативная база	- ФЗ №161 «О государственных информационных системах» - Федеральный проект «Экономика данных»

Технические требования	Трехуровневая архитектура:
	- Инфраструктурный слой: облачные хранилища, IoT-устройства
	- Сервисный слой: алгоритмы анализа рисков
	- Пользовательский слой: интерфейсы для студентов/преподавателей
	Обязательные модули:
	- API-интеграция
	- Симуляторы
	- Цифровые двойники
	Требования к интероперабельности:
	- Стандарты OData, JSON API
	Защита данных:
	- ГОСТ Р 57580, требования ФСТЭК
Организационные механизмы	Межвузовский консорциум:
	- Единый реестр образовательных модулей
	- Банк кейсов от агропредприятий
	Грантовая поддержка разработчиков:
	- Конкурсы на разработку цифровых двойников
	Центр сертификации платформенных решений

Разрабатываемый отраслевой стандарт направлен на унификацию цифровых решений в аграрном образовании, устраняя фрагментарность существующих подходов. Методологическую основу составляют положения Федерального закона №161-ФЗ «О государственных информационных системах» [3], положения программы «Экономика данных» [4] и отраслевые нормативы цифровизации АПК.

Ключевые функциональные требования к цифровым платформам предполагают интеграцию с государственными системами, поддержку гибридных форматов обучения, модули имитационного моделирования производственных рисков и инструменты работы с большими данными.

Для реализации стандарта предусмотрены организационные механизмы: создание межвузовского консорциума для обмена данными, введение грантовой поддержки разработчиков и формирование центра сертификации решений [7].

Практическая значимость заключается в преодолении разрыва между образовательными программами и реальными производственными процессами для обеспечения подготовки кадров, владеющих актуальными цифровыми инструментами агробизнеса.

Типовой сценарий применения включает получение актуальных агрономических данных через API, их анализ с использованием встроенных алгоритмов, тестирование решений на цифровых двойниках хозяйств и оценку эффективности по унифицированным критериям.

Подводя итог, отметим, что в рамках статьи применен комплекс научных методов, включающий системный анализ, классификацию цифровых платформ, сравнительную оценку законодательных и технологических решений, что позволило определить стратегические векторы внедрения цифровых решений в аграрное образование,

ориентированные на формирование компетенций в области управления рисками и адаптации к условиям неопределенности.

Исследование подтверждает необходимость стандартизации цифровых платформ в аграрном образовании для преодоления разрыва между теорией и практикой в АПК. Внедрение отраслевого стандарта устранил разрозненность цифровизации, усилит связь образования с реальным сектором и ускорит достижение целей федеральных программ.

Библиографический список

1. Степанцевич, М. Н. Актуальность совершенствования системы поддержки принятия решений при подготовке аграрных специалистов / М. Н. Степанцевич, И. А. Кудинов // Аграрная наука – 2022 : материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 г. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – С. 1753–1755.
2. Lankhorst, M. Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis / М. Lankhorst, Н. Jonkers [и др.] ; пер. с англ. – 4-е изд. – Берлин : Springer, 2017. – 346 с.
3. Федеральный закон от 27.07.2006 № 161-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О государственных информационных системах». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения: 15.05.2025).
4. Федеральный проект «Экономика данных». – URL: <https://xn--80aарамрсмсчфмо7а3с9ehj.xn--p1ai/new-projects/ekonomika-dannykh/> (дата обращения: 15.05.2025).
5. Степанцевич, М. Н. Этапы цифровизации системы подготовки аграрных специалистов / М. Н. Степанцевич, М. И. Горбачев, И. А. Кудинов // Аграрная наука – 2022 : материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 г. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – С. 1750–1752.
6. ГОСТ Р 57580.1-2017. Информационная технология. Защита информации. Требования к средствам высоконадежной биометрической аутентификации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146534> (дата обращения: 15.05.2025).
7. Худякова, Е. В. Кадровой потенциал АПК в условиях цифровой трансформации / Е. В. Худякова, М. И. Горбачев, М. Н. Кушнарцева // Новые информационные технологии в образовании : сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции, Москва, 04–05 февраля 2020 г. ; под общ. ред. Д. В. Чистова. – Т. 1, ч. 1. – Москва : ООО «1С-Публишинг», 2020. – С. 486–488.

УДК 159.9

ДИАГНОСТИКА ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ РАБОЧЕГО МЕСТА

Алябьева Виктория Александровна, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, korneenko.vika@gmail.com

Научный руководитель – Панюкова Юлия Геннадьевна, д.пс.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, panukov@mail.ru

***Аннотация.** В статье обозначается направление исследования, посвященное диагностике субъективно воспринимаемых характеристик офисного пространства. Особое внимание уделяется вкладу предметно-пространственной среды в обеспечение психологического благополучия сотрудников.*

***Ключевые слова:** предметно-пространственная среда, рабочее место, офисное пространство, психологическое благополучие.*

Изучение вопросов диагностики психологических состояний работников является одной из актуальных задач психологии личности и организационной психологии. Окружающая среда офисного пространства играет важную роль не только в повышении уровня производительности труда, но и способствует укреплению здоровья и улучшению оптимального функционирования работников. На психологическое благополучие работников оказывает влияние множество факторов: удовлетворенность личных и профессиональных потребностей, вовлеченность в работу и отчуждение от работы, организационный цинизм, профессиональное выгорание, организационный стресс. Немаловажным фактором, влияющим на позитивное функционирование работников, являются субъективно воспринимаемые характеристики рабочего места – компоненты социальной, организационной и физической среды [1].

Нам представляется целесообразным рассматривать в качестве предмета будущего исследования субъективно воспринимаемые характеристики офисной среды и их связь с психологическим благополучием работников. Особое значение в нашем исследовании мы хотим уделить вкладу предметно-пространственной среды рабочего места в психологическое благополучие работников, т.е. мы определяем физическое пространство рабочего места как предиктор психологического благополучия работников. В соответствии с теорией соответствия личности и среды (person-environment fit theory), переживаемый человеком стресс будет тем сильнее, чем сильнее расхождение между индивидуальными качествами человека и средой, в которой он находится, а соответствие среды и личности, наоборот, способствует переживаемому благополучию [2]. Проанализировав отечественные и зарубежные исследования в области изучения ресурсности предметно-пространственной среды рабочего места [3, 4], мы предполагаем, что предметно-пространственная среда офиса не является самостоятельной детерминантой психологического благополучия работников, оказывая влияние в совокупности с другими компонентами офисной среды (внутренние коммуникации, внешняя инфраструктура, профессиональное развитие и др.). В связи с этим основная гипотеза нашего исследования заключается в том, что неблагоприятные характеристики предметно-пространственной среды рабочего места могут нивелироваться за счет компенсаторного воздействия других составляющих офисной среды (социальных, организационных и др.); при отсутствии такой компенсации негативное воздействие офисной среды на психоэмоциональное состояние работника становится более выраженным.

Основная задача нашего исследования заключается в валидации проективной методики. Такой диагностический инструментарий приобретает все большую популярность, являясь полезным инструментом в оценке характеристик личности, впечатлений и пониманий аспектов окружающего мира [5]. В отличие от формализованных инструментов, которые в определенной степени могут провоцировать респондентов на социально одобряемые ответы, проективные методики позволяют получить представление о неосознаваемых потребностях, внутренних переживаниях, индивидуально-психологических свойствах респондента.

Таким образом, для оценки субъективно воспринимаемых характеристик офисной среды в качестве методической основы разрабатываемой проективной методики мы

планируем использовать методику «Топограмма» [6], которая применялась в исследовании особенностей репрезентации образовательной среды вуза студентами. Учитывая многообразие компонентов офисной среды, данная методика, в которой среда рассматривается как комплекс средовых условий, позволит выделить как качественные, так и количественные элементы репрезентации, относящиеся к ценностному, физическому и социальному компонентам офисной среды. Респондентам предлагается разместить в двух кругах определенного диаметра, символизирующих реальную и идеальную офисную среду, кружки меньшего размера, которые будут обозначать значимые для респондентов элементы офисной среды. Для каждого элемента среды респондентам также предлагается написать несколько слов-ассоциаций, которые в дальнейшем обрабатываются с помощью контент-анализа.

Мы предполагаем, что с помощью проективной методики мы сможем обнаружить значимые для работников элементы офисной среды, выявить направленность субъективной эмоциональной оценки таких элементов, а также выявить, присутствуют ли в проективной методике индикаторы, сопоставимые с результатами формализованных методик, что даст возможность оценить ее валидность в выявлении признаков удовлетворенности сотрудниками физическими характеристиками офисной среды.

Для эмпирического выделения диагностически значимых субъективно воспринимаемых качеств офисной среды планируется использовать опросник «Люди в офисе» [4]. Авторы рассматривают офис как физическое пространство и стратегический ресурс, обладающий качествами повышения производительности работников, укрепления здоровья и психологического благополучия. Опросник включает в себя 5 шкал, измеряющих удовлетворенность сотрудника характеристиками офисной среды: 1) эргономика (удобство и безопасность в офисе); 2) внутренние коммуникации (условия для взаимодействия сотрудников); 3) внешняя инфраструктура (обустройство района вокруг офиса); 4) свобода действий (адаптация офисной среды к потребностям); 5) офис – жизненный нарратив (офис как часть профессионального развития).

Для диагностики уровня психологического благополучия работников планируется использовать Шкалу удовлетворенности базовых потребностей на работе [7]. Опросник включает в себя 21 утверждение, измеряющее удовлетворение базовых психологических потребностей в автономии, компетентности и связанности с другими людьми в соответствии с теорией самодетерминации Э. Диси и Р. Райана. Согласно данной теории, автономность, компетентность и связанность с другими людьми – это врожденные базовые потребности человека и главные предикторы оптимального функционирования личности, а пространство офиса, удовлетворяющее такие потребности, усиливает мотивацию работников, способствует их профессиональному росту и психологическому благополучию [7].

Предполагаем, что изучение субъективно воспринимаемых характеристик офисного пространства с акцентом на определение вклада предметно-пространственной среды в психологическое благополучие работников является перспективным направлением как теоретических, так и эмпирических исследований. Предлагаемая нами проективная методика может рассматриваться в качестве методического инструмента, позволяющего получать дополнительную, скрытую от формализованных методик, информацию, а валидизация такой методики позволит полноценно использовать ее для проведения будущих исследований в области субъект-средовых отношений.

Библиографический список

1. Резниченко, С. И. Офисная среда и параметры профессионального опыта как предикторы профессионального выгорания у специалистов IT-индустрии / С. И. Резниченко, П. О. Подтягина // Экспериментальная психология. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 181–197.
2. Нартова-Бочавер, С. К. Жизненная среда как источник стресса и ресурс его преодоления: возвращаясь к психологии повседневности / С. К. Нартова-Бочавер // Психологический журнал. – 2019. – Т. 40, № 5. – С. 15–26.
3. Ivanoff, D. Workplace environment management: recent, challenges and future trends for organizational psychology / D. Ivanoff, D. Podolskiy // Organizational Psychology. – 2021. – Vol. 11, No. 4. – P. 190–202.
4. Pavlova, M. V. A new instrument to measure healthy workplace qualities: the people in the office scale / M. V. Pavlova, S. I. Reznichenko, S. K. Nartova-Bochaver // Frontiers in Psychology. – 2023. – P. 1–8.
5. Перевозкин, С. Б. Разработка рисуночной методики «Квартира», направленной на исследование эмоционально-мотивационных компонентов общения / С. Б. Перевозкин // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2012. – № 1. – С. 100–114.
6. Панюкова, Ю. Г. Диагностические возможности методики «Топограмма» как инструмента исследования психологической репрезентации студентами образовательной среды вуза / Ю. Г. Панюкова, Е. Н. Панина // Общество: социология, психология, педагогика. – 2019. – № 11. – С. 88–93.
7. Осин, Е. Н. Удовлетворение базовых психологических потребностей как источник трудовой мотивации и субъективного благополучия у российских сотрудников / Е. Н. Осин, Д. Д. Сучков, Т. О. Гордеева, Т. Ю. Иванова // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2015. – Т. 12. № 4. – С. 103–121.

УДК 331.361:37

ФОРМИРОВАНИЕ SOFT SKILLS У СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ

Бекбаева Жанар Сабыровна, доктор философии (PhD), старший преподаватель кафедры педагогики, НАО Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан, zhan2710@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема формирования soft skills у обучающихся вузов в процессе изучения психолого-педагогических дисциплин. Обозначены сложности, возникающие в процессе формирования soft skills у будущих педагогов-психологов в условиях высшего образования. Определены подходы и условия, способствующие преодолению указанных трудностей.

Ключевые слова: soft skills, гибкие навыки, педагог-психолог, высшее образование, психолого-педагогические дисциплины, Казахстан.

В быстро меняющемся мире усложняются требования к профессиональной подготовке будущих педагогов-психологов, всё более очевидной становится необходимость акцентировать внимание не только на развитии профессиональных (hard skills), но и на формировании гибких навыков (soft skills). В условиях стремительного развития технологий, глобализации и цифровой трансформации особую значимость приобретают так называемые

гибкие навыки – soft skills: коммуникативные способности, критическое мышление, работа в команде, адаптивность, эмоциональный интеллект и др.

Формирование soft skills особенно актуально для будущих педагогов-психологов, так как их профессиональная деятельность напрямую связана с взаимодействием, эмпатией, умением слышать и понимать других, эффективно решать конфликтные ситуации и функционирует в системе «человек – человек». Исследования показывают, что гибкие навыки сегодня становятся неотъемлемой частью профессиональной компетентности [1].

В Казахстане в последние годы ведётся активное обсуждение качества педагогического образования и обновления содержания психолого-педагогических дисциплин, что подчеркивает актуальность поиска эффективных способов формирования необходимых компетенций у студентов – будущих специалистов. Вопрос формирования гибких навыков (soft skills) у обучающихся в университетах, особенно в рамках психолого-педагогических дисциплин, стал предметом пристального внимания со стороны исследователей как в Казахстане, так и за его пределами [2].

В структуре профессиональных компетенций педагога-психолога можно выделить несколько взаимосвязанных компонентов:

1) когнитивный компонент включает знание основ общей, возрастной, педагогической и социальной психологии, а также понимание закономерностей личностного развития и функционирования психических процессов;

2) деятельностный компонент отражает сформированность практических умений и навыков, необходимых для проведения диагностики, консультирования, коррекционно-развивающей и профилактической работы, а также способность эффективно использовать психолого-педагогические технологии;

3) личностный компонент охватывает ключевые профессионально значимые качества, такие как эмпатия, коммуникативность, толерантность, ответственность, креативность и др.;

4) рефлексивный компонент выражается в умениях самоанализа и самооценки собственной профессиональной деятельности, а также в стремлении к постоянному личностному и профессиональному росту [3].

В совокупности эти компоненты отражают целостный подход к профессиональной подготовке будущего педагога-психолога. В данном исследовании мы сосредоточимся на формировании гибких умений, личностного и рефлексивного компонентов системы профессиональных компетенций будущих педагогов-психологов.

Целью настоящей статьи является изучение трудностей формирования soft skills у студентов при изучении психолого-педагогических дисциплин, а также определение путей и условий их преодоления.

Анализ работ ведущих ученых позволяет выделить ключевые подходы и научные основания для понимания данного процесса.

Один из фундаментальных вкладов в концептуализацию компетентностного подхода принадлежит И. А. Зимней, которая предлагает трактовку ключевых компетентностей как интегрального результата образования. По мнению И. А. Зимней, гибкие навыки – это не изолированные умения, а системные качества личности, проявляющиеся в реальных образовательных и профессиональных ситуациях. Она подчеркивает важность личностных оснований профессионализма: саморефлексии, способности к коммуникации, сочувствию, эмоциональной устойчивости [4].

В этом контексте близки взгляды А. К. Марковой, которая акцентирует внимание на развитии профессионального сознания и эмпатии как ключевых компонентов педагогической деятельности. Развитие эмпатии рассматривается как основа педагогической

этики, что напрямую связано с формированием таких гибких навыков, как эмоциональный интеллект, коммуникативная компетентность, способность к разрешению конфликтов [5].

Зарубежный вклад в развитие концепции универсальных навыков принадлежит Джону Равену (John Raven), который предложил модель универсальных компетентностей, необходимых для адаптации и эффективной деятельности в быстро меняющемся мире. Он выделяет когнитивные, социальные и эмоциональные способности как ядро успешной профессиональной реализации [6].

В своих работах казахстанские ученые отмечают, что студенты педагогических вузов Казахстана часто демонстрируют высокий уровень теоретической подготовки, но испытывают затруднения в практическом применении soft skills, особенно в ситуациях неопределенности и стрессовых условиях педагогической практики. Авторы подчеркивают необходимость интеграции модулей по развитию личностной рефлексии, эмоциональной саморегуляции и коммуникативных стратегий в структуру образовательных программ. Более того, казахстанские исследователи подчеркивают важность практико-ориентированного подхода и интеграции soft skills в содержание педагогического образования. Они указывают на то, что устойчивое развитие гибких навыков возможно только в условиях активного взаимодействия студентов с реальными педагогическими задачами. По их мнению, именно через включенность в профессионально-значимую деятельность формируются такие качества, как ответственность, инициативность, критичность мышления и способность к принятию решений [2, 7].

Таким образом, объединяющим элементом для всех рассмотренных концепций является признание гибких навыков неотъемлемой частью профессиональной подготовки, необходимой для эффективного функционирования педагога в современном образовательном пространстве.

Несмотря на значимость soft skills для будущих педагогов-психологов, их формирование в вузовской подготовке всё ещё сталкивается с рядом проблем:

- академическая перегруженность дисциплин и ориентация на передачу теоретических знаний в ущерб развитию личностных и коммуникативных качеств;
- недостаток практико-ориентированных заданий, ситуационных задач, групповой работы;
- слабая включённость студентов в рефлексивную деятельность, направленную на осознание своего профессионального и личностного роста;
- неподготовленность преподавателей к целенаправленной работе по формированию soft skills (особенно в условиях традиционного подхода к преподаванию).

По данным исследований казахстанских ученых, основным препятствием в развитии гибких навыков у студентов становится противоречие между требованиями к выпускнику и существующей практикой преподавания.

Формирование soft skills может быть успешно реализовано при соблюдении следующих условий:

- 1) использование активных методов обучения: кейс-методов, ролевых и деловых игр, тренингов, проектной и исследовательской деятельности;
- 2) внедрение элементов рефлексивной практики: ведение портфолио, обсуждение собственных стратегий взаимодействия;
- 3) создание поддерживающей образовательной среды, способствующей открытости, диалогу и взаимопомощи;
- 4) повышение психолого-педагогической компетентности преподавателей и их ориентация на развитие у студентов метакогнитивных и коммуникативных способностей [8].

В нашем исследовании мы придерживаемся следующих психолого-педагогических условий эффективного формирования гибких умений у будущих педагогов-психологов:

– во-первых, методическая целенаправленность обучения, применение студенто-центрированных активных методов обучения, что позволяет осмысленно, системно и последовательно встраивать в образовательную логику дисциплины и нацеливать на формирование конкретных гибких навыков;

– во-вторых, создание комфортной образовательной среды доверия и сотрудничества – формирование soft skills невозможно без атмосферы психологической безопасности, взаимного уважения, поддержки и принятия; преподаватель выступает как фасилитатор, модератор и ментор, умеющий давать конструктивную обратную связь своим студентам;

– в-третьих, формирование мотивации и личностной вовлеченности студентов – задания должны иметь четкую профессиональную направленность, быть приближенными к реальным ситуациям деятельности педагога-психолога, а также необходима интеграция цифровых инструментов, цифровых платформ для вовлеченности студентов в образовательный процесс;

– в-четвертых, преемственность развития soft skills на протяжении всего курса подготовки – гибкие умения должны развиваться на всех этапах обучения, начиная с первых курсов, с наращиванием сложности и ответственности.

Формирование гибких умений у студентов при изучении психолого-педагогических дисциплин опирается на следующие методологические подходы: компетентностный, личностно ориентированный, деятельностный, практико-ориентированный, рефлексивный, системно-деятельностный [8].

Психолого-педагогические дисциплины предоставляют широкие возможности для формирования таких навыков. В таблице 1 представлены ключевые методы, используемые в учебной практике, направленные на формирование soft skills.

Таблица 1

Методы обучения, направленные на формирование soft skills

Метод обучения	Краткое описание	Формируемые гибкие навыки
Кейс-метод (Case study)	Анализ конкретной профессиональной ситуации. Студенты предлагают решения и обосновывают выбор.	– Критическое мышление – Принятие решений – Командное взаимодействие – Аргументация – Эмпатия, этичность
Рефлексивный дневник	После каждого занятия студенты фиксируют впечатления, эмоции, трудности, точки роста.	– Саморефлексия – Эмоциональный интеллект – Осознанность – Саморегуляция – Ответственность
Дискуссия	Организованное обсуждение проблемы или темы с акцентом на обоснование позиции и культуру диалога.	– Коммуникативная компетентность – Критическое мышление – Навыки слушания – Аргументация – Толерантность
Постер-презентация	Подготовка визуального представления идеи и её краткая презентация перед аудиторией	– Визуализация информации – Публичное выступление – Креативность

	с обратной связью.	– Тайм-менеджмент – Самооценка
«Один – двое – четверо»	Этапная работа: индивидуально – в паре – вчетвером – всей группой. Обогащение идеи и постепенное её обсуждение.	– Сотрудничество – Навыки слушания – Гибкость в коммуникации – Уверенность – Формулирование и аргументация

Таким образом, комплексное соблюдение данных условий, подходов и методов обучения не только обеспечивает развитие ключевых гибких навыков, но и способствует становлению профессиональной идентичности будущих специалистов в области образования и психологии.

Библиографический список

1. Бобиенко, О. М. Проблемы подготовки будущего педагога-психолога к сопровождению образовательного процесса в условиях цифровой трансформации / О. М. Бобиенко, А. Л. Короткова // Вестник Университета управления «ТИСБИ». – 2021. – № 4. – С. 84–95.
2. Алпысбай, Л. А. Компетентность и способности в профессиональном развитии будущих педагогов-психологов / Л. А. Алпысбай, А. Н. Кошербаева, Г. К. Уристенбекова // Вестник КазУМОиМЯ им. Абылай хана. Серия «Педагогические науки». – 2024. – № 3 (74). – С. 61–68.
3. Музалева, Д. А. Формирование профессиональных компетенций будущих педагогов-психологов: задачи вуза / Д. А. Музалева // Школа будущего. – 2024. – № 4. – С. 102–113.
4. Зимняя, И. А. Коммуникативная компетентность, речевая деятельность, вербальное общение / И. А. Зимняя, И. А. Мазаева, М. Д. Лаптева. – Москва : Аспект Пресс, 2020. – 400 с.
5. Чельшева, И. В. Актуальные проблемы профессиональной подготовки будущих педагогов-психологов: психологический и медиаобразовательный аспект / И. В. Чельшева, О. И. Ефремова, Л. И. Кобышева. – Москва : Директ-Медиа, 2023. – 152 с.
6. Равен, Дж. Некомпетентность современного общества: концептуализация, угрозы, преодоление / Дж. Равен ; пер. с англ. О. Н. Ярыгин. – Старый Оскол : ТНТ, 2023. – 368 с.
7. Профессиональная подготовка педагогов: современные подходы и методы обучения в педагогических вузах Казахстана / А. Ж. Мурзалинова, Л. С. Альмагамбетова, С. К. Абильдина [и др.] // Вестник Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова. Серия «Педагогика». – 2022. – № 3 (107). – С. 110–121.
8. Санникова, Л. Н. Отбор содержания образования будущих педагогов: современные требования и методологические основания / Л. Н. Санникова, Н. И. Левшина // Гуманитарно-педагогические исследования. – 2021. – Т. 5, № 2. – С. 17–21.

УДК 377.1:004.89

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМАТЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА

Васильев Максим Юрьевич, учитель химии, ГБОУ г. Москвы «Школа № 201 ордена Трудового Красного Знамени имени Героев Советского Союза Зои и Александра Космодемьянских», *max.vasiliev.02@mail.ru*

Швецова Светлана Юрьевна, методист, ПАО «Московская объединенная энергетическая компания», *SvetlanaShvecova19@yandex.ru*

Научный руководитель – **Симан Алексей Сергеевич**, к.п.н., доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, *siman@rgau-msha.ru*

Аннотация. В данной работе рассматривается важность профильной дисциплины «Химия» и влияние информационных и коммуникационных технологий на образовательный процесс в системе среднего профессионального образования, особенно в контексте подготовки студентов к итоговой аттестации в формате демонстрационного экзамена.

Ключевые слова: информационные и коммуникационные технологии, химия, демонстрационный экзамен, государственная итоговая аттестация, среднее профессиональное образование.

В современном мире информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) стали неотъемлемой частью образовательного процесса, в том числе в системе среднего профессионального образования (СПО). В условиях цифровой трансформации образования их внедрение заметно активизировалось. В системе СПО информационные и коммуникационные технологии могут применяться на разных стадиях образовательного процесса: во время занятий, при самостоятельной работе студентов, а также при выполнении курсовых и дипломных проектов [1, 2].

Так, например, для успешной подготовки к итоговой аттестации в формате демонстрационного экзамена (ДЭ) для студентов, обучающихся по специальности 31.02.03 «Лабораторная диагностика», важно углубить не только теоретические знания, но и практические умения и навыки благодаря профильной дисциплине «Химия» и применению ИКТ как в процессе обучения, так и при подготовке к демонстрационному экзамену.

Демонстрационный экзамен – это новый формат итоговой аттестации, который сочетает в себе теоретические знания и практические навыки. ДЭ ориентирован на оценку компетенций студентов в конкретной профессиональной области [3, 4]. Химия как одна из фундаментальных наук требует от студентов не только теоретических знаний, но и практических умений, для проверки которых целесообразно использовать ДЭ [5, 6].

Для студентов, обучающихся по специальности «Лабораторная диагностика», знание химии необходимо для понимания биохимических процессов, анализа биологических материалов и интерпретации результатов лабораторных исследований. В рамках демонстрационного экзамена студенты вышеуказанной специальности должны продемонстрировать:

- умение проводить химические опыты;
- умение работать с лабораторным оборудованием;
- знание свойств химических веществ и их взаимодействия;
- способность анализировать и интерпретировать результаты экспериментов.

Использование цифровых образовательных технологий при подготовке к демонстрационному экзамену позволяет моделировать производственные процессы и отрабатывать востребованные навыки.

В условиях стремительной цифровизации образования роль информационных и коммуникационных технологий в подготовке к ДЭ становится все более значимой и определяющей. Одним из основных преимуществ использования ИКТ в подготовке к итоговому экзамену является доступ к большому объему информации. Так, студенты могут использовать:

– *Презентации и видеоролики:* мультимедийные презентации и видеолекции позволяют преподавателям демонстрировать сложные химические процессы визуально. Они могут включать в себя анимации, схемы, диаграммы и другие графические элементы, которые делают учебный материал более доступным и понятным для студентов [7].

– *Интерактивные учебники:* предоставляют студентам возможность изучать химические концепции в интерактивном формате. Они могут включать в себя задания, тесты, вопросы для самопроверки и другие интерактивные элементы, которые позволяют студентам активно взаимодействовать с учебным материалом и проверять свои знания непосредственно в процессе подготовки к итоговой аттестации [7].

– *Онлайн-ресурсы:* учебные подборки по дисциплине «Химия» на платформе «Яндекс Дзен» и на платформе «Основы химии» (<https://himi4ka.ru/>), разработанные преподавателем учебные курсы на платформах Moodle или LMS, с помощью которых можно проверить профессиональные компетенции в области химии.

– *Электронные библиотечные системы:* большое количество учебных пособий, статей и исследований доступно в электронном формате, что упрощает процесс поиска необходимой информации и помогает восполнить пробелы в теоретической части.

– *Виртуальные тренажеры лабораторных работ:* помогают студентам практиковаться в безопасной и контролируемой среде. Например, платформа «ChemistryPRO» дает возможность студентам проводить виртуальные эксперименты, отточить навыки и научиться работать с лабораторным оборудованием без риска для здоровья и дополнительных затрат.

Содержание профильной дисциплины «Химия» в совокупности с информационными и коммуникационными технологиями занимает центральное место в подготовке к государственной итоговой аттестации в формате демонстрационного экзамена. Химия обеспечивает необходимую теоретическую и практическую базу знаний, тогда как ИКТ открывают новые горизонты для обучения, делают процесс более интерактивным и доступным. Вместе они создают эффективный механизм подготовки, который не только помогает студентам успешно сдать экзамен, но и готовит их к будущей профессиональной деятельности.

Подготовка к итоговой аттестации – это сложный и многогранный процесс, который требует активного участия как студентов, так и преподавателей. Современные технологии и знания в области химии становятся мощным инструментом на этом пути, что в конечном счете приводит к повышению качества образования и конкурентоспособности выпускников.

В условиях цифровой трансформации общества образовательные учреждения должны активно адаптироваться к новым вызовам, чтобы подготовить студентов к успешной сдаче экзаменов, в частности, и к будущей профессиональной деятельности в целом.

Библиографический список

1. Симан, А. С. Диагностика учебных достижений студентов в электронной образовательной среде колледжа / А. С. Симан, В. В. Жилыева // День работников сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, Москва, 14–15 октября 2019 года. – Москва : РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. – С. 123–128.

2. Шингарева, М. В. Компетентностно-ориентированные задачи как основа демонстрационного экзамена / М. В. Шингарева // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина, Москва, 06–07 июня 2018 года. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – С. 307–309.

3. Ахмедова, Л. И. Демонстрационный экзамен как компонент государственной итоговой аттестации в учреждениях среднего профессионального образования / Л. И. Ахмедова, С. Ю. Швецова // Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024 : сборник трудов, приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции, Москва, 20 ноября 2024 года. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2024. – С. 3–6.

4. Назарова, Л. И. Методика подготовки к демонстрационному экзамену по стандартам WorldSkills в автомобильном колледже / Л. И. Назарова, Е. П. Собиная // Агроинженерия. – 2020. – № 5 (99). – С. 64–71.

5. Русина, Е. И. ИКТ в обучении химии: эффективные стратегии для формирования предметных компетенций у студентов колледжа / Е. И. Русина // Студенческая наука: созидая будущее : сборник научных статей по материалам Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Курск, 2024. – С. 281–286.

6. Семенова, А. В. Использование информационно-коммуникационных технологий на уроках химии в колледже / А. В. Семенова, Е. И. Морозова // Наука сегодня: история и современность : сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. – Вологда, 2019. – С. 85–87.

7. Щукина, Е. С. Использование программы «1С: Бухгалтерия» при подготовке и проведении промежуточной аттестации в форме демонстрационного экзамена / Е. С. Щукина // Профессиональное образование: проблемы, исследования, инновации : сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции. – Том 2. – Екатеринбург, 2018. – С. 89–94.

УДК 378

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН В ВУЗЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ: ВОЗМОЖНОСТИ, ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ

Волкова Ольга Александровна, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, o.a.volkova@bk.ru

Научный руководитель – Кривчанский Иван Филиппович, к.п.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, krivtschanski@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена актуальной проблеме привлечения иностранных граждан в вузы сельскохозяйственной направленности. Рассмотрены возможности и вызовы, с которыми сталкиваются высшие учебные заведения на примере РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, обоснованы стратегии для успешного привлечения иностранных граждан, используемые академией.*

Ключевые слова: образовательная система, иностранные студенты, аграрные вузы, международное сотрудничество, академическая мобильность.

В современном мире, где глобализация проникает во все сферы жизни, а продовольственная безопасность становится все более актуальной проблемой, привлечение иностранных граждан в вузы сельскохозяйственной направленности приобретает особое значение.

Российское образование имеет богатую историю и традиции, славится своими фундаментальными знаниями в математике, физике и других точных науках, считается одним из лучших в мире и пользуется популярностью среди потенциальных иностранных студентов. С каждым годом растет число иностранных граждан, которые выбирают российские вузы сельскохозяйственной направленности. Российское аграрное образование стоит на пороге масштабных перемен, что отражает Стратегия развития аграрного образования в Российской Федерации до 2030 года, разработанная Министерством сельского хозяйства Российской Федерации – это дорожная карта, призванная вывести подготовку специалистов для сельского хозяйства на качественно новый уровень. Приоритетными задачами Стратегии являются развитие кадрового потенциала преподавателей, модернизация материально-технической базы аграрного образования, формирование компетенций выпускников сельскохозяйственных вузов, соответствующих требованиям профессиональных стандартов и рынка труда. Сельскохозяйственные вузы направляют свою деятельность на реализацию крупных образовательных и научных программ с учетом межсистемных и внутрисистемных связей. Уже в период обучения студенты совместно с преподавателями осуществляют научные исследования по актуальным для российского АПК направлениям в области строительства, агрономии, растениеводства, животноводства, технологического оснащения отрасли, экономики и менеджмента [1].

Обзор научно-педагогической литературы по привлечению иностранных граждан в российские вузы позволяет установить, что данный вопрос неоднократно рассматривался учеными, но безотносительно к отраслевому сельскохозяйственному образованию. Так, М. Б. Понявина и П. С. Селезнев рассматривают проблему привлечения иностранных граждан в российские вузы и готовность вузов к приему иностранных студентов. Авторы предлагают рекомендации по корректировке сложившейся ситуации в Российской Федерации, где наиболее интенсивный поток иностранных студентов обеспечивают граждане бывших республик СССР, обучающихся за счет бюджетных средств. Ученые отмечают, что увеличение численности иностранных студентов – это положительное явление для экономики страны и ее престижа на международной образовательной арене [2].

Н. С. Олизько и К. В. Юдина, анализируя подходы российских высших учебных заведений к привлечению иностранных абитуриентов с помощью медиастратегий, выделяют следующие аспекты: адаптация контента под различные культурные и языковые контексты; использование видеоматериалов для демонстрации учебного процесса и студенческой жизни; взаимодействие с выпускниками как с амбассадорами бренда вуза на международном уровне; стратегическое планирование и интеграцию всех доступных медиаресурсов в единую систему коммуникаций [3].

В научной статье Е. Ю. Золочевской, А. В. Скидан, А. М. Мельниченко рассматриваются результаты социологического исследования, проведенного среди вузов Ростовской области. Ученые выделяют такие особенности привлечения иностранных граждан в российские вузы, как: преобладание в большинстве вузов неформальных связей в процессе рекрутинга иностранных граждан в число студентов; приоритет стран постсоветского пространства, где распространен русский язык. Такой подход обусловлен

культурными, экономическими и политическими связями с этими государствами, а также неготовностью большинства вузов реализовывать образовательные программы на иностранном языке [4].

Таким образом, *целью* настоящего исследования является обоснование возможностей, вызовов и стратегий по привлечению иностранных граждан в вузы сельскохозяйственной направленности. *Объект исследования* – аграрное образование в России. *Предмет исследования* – привлечение иностранных граждан в вузы сельскохозяйственной направленности.

Задачи:

- изучить возможности, которые открывает увеличение числа иностранных граждан;
- определить вызовы, с которыми сталкиваются вузы при привлечении иностранных граждан;
- предложить стратегии для успешного привлечения иностранных граждан.

Методы исследования: теоретический анализ педагогической и методической литературы по теме исследования, опыта привлечения иностранных граждан в РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Результаты исследования. Рассмотрим возможности, которые открывает увеличение числа иностранных граждан для высших учебных заведений (таблица 1).

Таблица 1

**Возможности, которые открывает увеличение
числа иностранных граждан**

Возможности	РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева
Расширение географии сотрудничества: привлечение граждан из разных стран позволяет установить партнерские отношения с ведущими аграрными университетами и научно-исследовательскими институтами.	В 2024 году по всем программам (включая краткосрочные программы дополнительного образования) в Университете обучались более 1,5 тыс. чел. Из 86 стран мира, в том числе по основным образовательным программам – около 700 чел., по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров – 67 чел.
Обмен знаниями и опытом: участие иностранных студентов в научных проектах позволяет получить доступ к новым данным и методикам, способствуя развитию инноваций в сельском хозяйстве.	В 2024 году под эгидой Евразийской экономической комиссии реализованы 4 совместных образовательных проекта по селекции сахарной свеклы, нормированию в АПК, птицеводству и аквакультуре. Участниками проектов стали более 700 студентов из вузов стран ЕАЭС.
Повышение конкурентоспособности вуза: привлечение иностранных граждан повышает рейтинг вуза, способствует повышению узнаваемости и престижа на международной арене.	Российские рейтинги: «РАЭК-Аналитика»: Рейтинг «100 лучших вузов России» – 43 место (2024 г.); рейтинг «Три миссии университета». Предметная область: сельское хозяйство – 1 место (2024 г., 2025 г.), ветеринария и зоотехния – 2 место (2024 г.), 1 место (2025 г.). Международные рейтинги: QS предметная область: сельское и лесное хозяйство – 201–250 место (2024 г.).
Повышение качества образования: конкуренция за иностранных граждан стимулирует вузы к улучшению образовательных	На территории академии расположено 348 зданий (жилого, учебного, научно-лабораторного, опытно-производственного и общественного назначения), из которых 18 являются объектами культурного наследия. Также в академии есть Музей коневодства,

программ, инфраструктуры и научно-исследовательской деятельности.	Музей леса, дендрологический сад и др. В 2024 году были подготовлены и реализуются более 20 международных научных проектов: цифровые решения в АПК, подготовка агроинженеров и др.

Вызовы, с которыми сталкиваются высшие учебные заведения, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вызовы, с которыми сталкиваются вузы при привлечении иностранных студентов

Вызовы	РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева
Языковой барьер: недостаточное владение русским языком может стать серьезным препятствием для успешного обучения и адаптации иностранных студентов.	Подготовительное отделение (ПО) для иностранных граждан организует обучение в соответствии с профилем подготовки; проводит культурно-массовую, информационно-организационную, профориентационную работу с учащимися ПО.
Культурные различия: различия в культурных нормах и традициях могут создавать трудности в адаптации и интеграции иностранных студентов в студенческую среду.	Проект TIMSTUDY развивается по трем направлениям: языковой клуб, тьюторство, культурно-массовые мероприятия.
Инфраструктура: необходимо обеспечить иностранных студентов комфортными условиями проживания, включая общежития, медицинское обслуживание и доступ к культурным и спортивным мероприятиям.	РГАУ – МСХА является одним из немногих вузов г. Москвы, обеспечивающих 100%-ное расселение нуждающихся в общежитии студентов (14 общежитий). Иностранные студенты активно участвуют в культурных, спортивных и др. мероприятиях вуза: праздничный концерт «Победа в памяти народов», «День Африки», «Football Grill» и др.
Визовые и миграционные вопросы: оформление приглашений на въезд, виз и миграционных документов – это сложный и длительный процесс, требующий всесторонней поддержки со стороны вузов.	В Управлении международных образовательных программ (УМОП) функционирует отдел по визово-регистрационной работе, который занимается вопросами оформления легального пребывания иностранных студентов на территории Российской Федерации.
Финансовые ограничения: обучение в России может быть дорогостоящим, что ограничивает доступ к образованию для студентов из развивающихся стран. Необходимо обеспечить доступ к стипендиям и грантам, а также предоставить возможности для подработки.	Квота, установленная Правительством РФ, позволяет пройти обучение по различным уровням образования, получая стипендию Правительства РФ. Иностранные студенты очной формы обучения могут работать в России в свободное от учебы время без соответствующих разрешительных документов (ст. 13 Федерального закона от 25.07.2002 № 115-ФЗ «О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации»).
Конкуренция с другими странами и университетами сельскохозяйственного профиля внутри страны: активное привлечение иностранных студентов со стороны университетов	Для увеличения численности иностранных обучающихся на 2025/26 учебный год представители Университета в 2024 году принимали участие в конгрессно-выставочных мероприятиях: очно – в 3 мероприятиях (в КНР и Киргизии), дистанционно – в 4 выставках.

других стран и университетов внутри России создает конкуренцию за талантливых абитуриентов.	

Привлечение иностранных граждан – это не только вопрос престижа и финансовых ресурсов, но и вопрос развития международного сотрудничества. Иностранные студенты приносят в университетское сообщество разнообразие, новые перспективы и культурное богатство; помогают российским студентам расширить свой кругозор и подготовиться к работе в глобализированном мире; становятся послами своей страны и способствуют укреплению связей между разными культурами. Но как эффективно привлекать талантливых иностранных граждан со всего мира? Рассмотрим несколько ключевых *стратегий* (таблица 3).

Таблица 3

Стратегии для успешного привлечения иностранных граждан

Стратегии	Составляющие	РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева
Разработка привлекательных образовательных программ:	- создание англоязычных программ по востребованным специальностям позволит привлечь студентов, не владеющих русским языком; - разработка программ двойных дипломов с ведущими зарубежными университетами; - включение в учебные планы практических занятий на современных сельскохозяйственных предприятиях.	- в вузе разработана и готовится к реализации одна англоязычная программа по кафедре статистики и кибернетики. Требуется масштабировать и распространить опыт на другие направления подготовки; - реализуются совместные образовательные программы с Шаньдунским гидротехническим институтом и Хэнаньским сельскохозяйственным профессионально-техническим институтом; - расширяется сеть предприятий, принимающих на практику иностранных обучающихся.
Развитие языковой поддержки:	- организация курсов русского языка для иностранных студентов; - создание языковых клубов и разговорных групп; - предоставление услуг переводчиков.	- курсы русского языка как иностранного реализуются на ПО вуза; - действует разговорный клуб русского языка для иностранных студентов; - при необходимости приглашаются иностранные студенты старших курсов.
Создание благоприятной академической среды:	- организация научных конференций и семинаров с участием иностранных студентов; - создание международных студенческих организаций и клубов.	- в 2024 году Университет был организатором и площадкой для проведения более 30 различных международных конференций, семинаров, круглых столов (Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы физиологии животных», «Аграрное предпринимательство: история, тренды, горизонты развития» и др.); - Интерсовет – орган студенческого самоуправления иностранных граждан вуза.

Развитие партнерских отношений с зарубежными университетами:	• заключение соглашений о сотрудничестве в области образования и науки; • организация обмена преподавателями и студентами.	• 104 действующих международных соглашений и договоров с образовательными и научными организациями из 20 дружественных и нейтральных стран, из них в 2024 году заключены 15 договоров с 7 странами, в том числе Арменией, Беларусью, Бразилией, Киргизией, КНР, Кубой; • университет активно реализует программы исходящей/ входящей академической мобильности.
Активная маркетинговая кампания:	• разработка информационных веб-сайтов и брошюр; • участие в международных образовательных выставках и ярмарках; • организация вебинаров и онлайн-консультаций для потенциальных студентов; • сотрудничество с зарубежными образовательными агентствами.	• университет представлен в: «ВКонтакте», Telegram-канале, канале на Rutube.ru, публикуются информационные материалы в журнале HED; • для улучшения представленности Университета на международном уровне сотрудники вуза выступали экспертами/ ключевыми спикерами на зарубежных и международных мероприятиях, в том числе представили разработки на первом Международном академическом симпозиуме по сельскому хозяйству будущего в КНР, на международной выставке технологий для профессионалов АПК «АГРОС-2024» и др.; • УМОП совместно с Приемной комиссией проводит вебинары для потенциальных студентов (школы Узбекистана, Киргизии, КНР); • академия ограничено сотрудничает с рекрутинговыми компаниями по набору иностранных граждан, вместо этого реализуются другие формы сотрудничества: ярмарка вакансий, дни карьеры, программы целевого обучения, стажировки.

Увеличение числа иностранных студентов в вузах сельскохозяйственной направленности является важным фактором для развития международного сотрудничества, повышения конкурентоспособности отечественного агропромышленного комплекса и обеспечения продовольственной безопасности. Важно понимать, что привлечение иностранных граждан – это долгосрочная политика, требующая постоянного внимания и инвестиций. Реализация предложенных стратегий позволит создать привлекательные условия для обучения иностранных студентов, привлечь талантливых абитуриентов и укрепить позиции отечественных вузов на международной арене.

Таким образом, успех в привлечении иностранных граждан зависит от комплексного подхода, который включает в себя эффективный маркетинг, конкурентоспособные программы, благоприятную среду, постоянное совершенствование служб и инфраструктуры, адаптацию, а также слаженную работу всех подразделений университета. Университеты, которые инвестируют в эти области, смогут успешно привлекать талантливых студентов со всего мира и создавать процветающее международное сообщество, обогащающее как сам

университет, так и принимающую страну. И это не просто задача, а стратегическая необходимость в современном глобализированном мире.

Библиографический список

1. Волкова, О. А. Особенности подготовки китайских студентов в сельскохозяйственном вузе / О. А. Волкова, И. Ф. Кривчанский // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : сборник статей. – Москва : РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 536–541.
2. Понявина, М. Б. Увеличение количества иностранных студентов в российских вузах как элемент государственной политики в сфере образования / М. Б. Понявина, П. С. Селезнев // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 104–108.
3. Олизько, Н. С. Привлечение иностранных студентов в российские вузы: эффективные стратегии вербального и невербального воздействия / Н. С. Олизько, К. В. Юдина // Вестник Челябинского государственного университета. – 2024. – № 8 (490). – С. 157–165.
4. Золочевская, Е. Ю. Особенности привлечения иностранных студентов в российские вузы: региональный аспект / Е. Ю. Золочевская, А. В. Скидан, А. М. Мельниченко // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2019. – № 1. – С. 117–122.

УДК 37.017.4;02.30.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АНКЕТИРОВАНИЯ ВЫПУСКНИКОВ ЦССВ «НАШ ДОМ» ПО ТЕМЕ «ГОТОВ К ВЗРОСЛОЙ ЖИЗНИ»

Ежова Диана Александровна, воспитатель, ЦССВ «Наш дом», eadeana@mail.ru

Научный руководитель – Кривчанский Иван Филиппович, к.п.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, krivchanskiy@rgau-msha.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке и обоснованию структуры анкеты для мониторинга готовности подростков, выпускаемых из детских домов, к самостоятельной жизни. Рассматривается важность комплексной подготовки выпускников Центра социальной поддержки «Наш дом» к социально-бытовой, финансовой, юридической и профессиональной адаптации. Описываются ключевые тематические блоки анкеты для выявления проблемных зон и формирования индивидуальных планов развития выпускников.

Ключевые слова: выпускники детских домов, социальная адаптация, анкетирование, мониторинг готовности, бытовые навыки, финансовая грамотность, юридическая грамотность, профессиональная ориентация, психологическая готовность, социальная поддержка, Центр «Наш дом».

Выпуск из детского дома и переход в самостоятельную жизнь – это очень важный этап для подростков, который требует большой подготовки. Для многих выпускников ЦССВ «Наш дом» получение собственной квартиры становится важнейшим шагом к социальной

адаптации. Для того чтобы хорошо жить в новой квартире, только наличие самой квартиры недостаточно. Воспитанник должен знать, как управлять деньгами, уметь справляться с домашними делами, находить работу, понимать свои права и обязанности, а также адаптироваться в обществе. Но, к сожалению, трудовые навыки выпускников ограничиваются набором элементарных умений [1]. А период самостоятельной жизни выпускников детских домов является особенно сложным. Поэтому сотрудникам, работающим с подростками, необходимо диагностировать имеющиеся у воспитанников навыки и определить, что необходимо включить в их индивидуальный план развития и жизнеустройства [2, 3]. Анкетирование позволит выявить, какие навыки и знания выпускники считают наиболее важными для успешной адаптации в обществе, а также узнать области, в которых они нуждаются в дополнительной поддержке.

В общем смысле анкетирование представляет собой метод сбора информации. Этот метод широко используется в различных науках для получения данных о знаниях, навыках и опыте людей. Ключевыми преимуществами анкетирования являются его стандартность, экономичность, возможность охватить большую группу и выполнить анализ данных. При создании анкеты важно учитывать психологические и коммуникативные особенности аудитории, чтобы добиться максимально честных и информативных ответов. Для сбора данных удобно использовать текстовый процессор Google Документы. Он позволяет: создавать интерактивные анкеты с различными типами вопросов; обеспечивать простоту доступа с любого устройства; автоматически сохранять ответы и формировать статистику. Выпускники смогут заполнять анкету в удобное для них время и в удобном месте.

Сама анкета должна состоять из отдельных ключевых тематических блоков. Она будет охватывать основные сферы жизнедеятельности, важные для успешной адаптации воспитанников к самостоятельной жизни, таких как:

- личные данные: возраст, пол, уровень образования;
- оценка готовности к взрослой жизни: самооценка навыков и знаний;
- бытовые навыки: рассмотреть умения и знания, необходимые для повседневного самостоятельного проживания (приготовление пищи, уборка, организация личного пространства, соблюдение правил безопасности и гигиены) [4];
- здоровье: навыки ухода за здоровьем (самостоятельный прием лекарств, обращение к врачу), знание основ здорового образа жизни;
- финансовая грамотность: оценка понимания основ управления личным бюджетом, планирования расходов, умения экономить, знания о банковских услугах и кредитах;
- юридическая грамотность: знание прав и обязанностей, связанных с проживанием в собственном жилье, понимание договорных отношений, ответственности за имущество;
- профессиональная ориентация и планы: интересы, цели, наличие плана профессионального развития, понимание необходимости образования и трудоустройства.

Анкету лучше всего строить таким образом, чтобы переход от одного блока вопросов к другому был логичным и последовательным. Это поможет участникам легче воспринимать информацию и не запутаться в процессе. Начать стоит с простых и понятных вопросов, таких как личные данные и бытовые навыки. Эти вопросы не требуют глубоких размышлений и помогут создать комфортную атмосферу для дальнейшего общения. После этого можно плавно перейти к более сложным вопросам, связанным с финансами и социальными аспектами жизни. Эти вопросы требуют от участников некоторого размышления и анализа. Завершить анкету стоит вопросами, касающимися психологических и профессиональных аспектов. Эти вопросы требуют доверия и искренности в ответах, поэтому важно создать атмосферу, в которой участники будут чувствовать себя комфортно. Такие вопросы помогут выявить внутренние переживания и потребности выпускников.

Для того чтобы данные, полученные в результате анкетирования, были максимально информативными, стоит использовать простые и понятные формулировки. Если есть сложные вопросы, то к ним нужно добавлять пояснения и примеры, чтобы участники могли лучше понять, что от них требуется. Анкета должна быть анонимной, чтобы подростки чувствовали себя комфортно и отвечали честно. Также полезно использовать различные типы вопросов: закрытые с единственным и множественным выбором, с рейтингом (шкала Лайкерта), а также открытые вопросы. Это поможет собрать более полные и точные данные.

Перед тем как полностью внедрить анкету, необходимо провести апробацию на небольшой группе людей. Это поможет оценить, насколько понятны формулировки вопросов, сколько времени уходит на заполнение анкеты и насколько удобно анализировать полученные данные. На основе полученных отзывов можно внести необходимые корректировки. Таким образом, эффективность анкетирования повысится, что поможет лучше понять потребности и готовность выпускников к взрослой жизни.

Предварительные результаты могут показать, что многие выпускники испытывают неопределённость, например в вопросах финансовой грамотности, приготовления пищи, управления временем и поиска работы. Также может быть выявлено, что выпускники нуждаются в подробной информации о социальных службах, доступных для них после выхода из детского дома. На основе анализа данных можно будет выделить основные проблемы, с которыми сталкиваются выпускники, и предложить пути их решения.

Создание хорошо структурированной и понятной анкеты для мониторинга готовности выпускников к самостоятельной жизни является очень важным шагом. Этот шаг поможет обеспечить успешную социальную адаптацию молодых людей, которые покидают Центр «Наш дом». Анкета будет служить инструментом, который позволит лучше понять, насколько выпускники готовы к новым вызовам, с которыми они столкнутся в своей жизни вне стен учреждения.

Предложенный подход к разработке анкеты сочетает в себе методологическую строгость и практическую применимость. Это означает, что анкета будет не только научно обоснованной, но и удобной для использования. Такой подход способствует повышению качества поддержки, которую получают выпускники, а также помогает снизить риски трудности в адаптации к новым условиям жизни. Создание такой анкеты не только поможет выявить потребности выпускников, но и станет основой для разработки программ поддержки, которые будут направлены на улучшение их адаптации в обществе. В итоге это приведет к тому, что молодые люди смогут более уверенно и успешно справляться с вызовами взрослой жизни, что является главной целью работы Центра.

Библиографический список

1. Сикорская, Е. Н. Особенности консультационной работы с выпускниками учреждений для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей / Е. Н. Сикорская // Социальная педагогика. – 2015. – № 3. – С. 62–66.

2. Макарова, Л. А. От сопровождаемого проживания – к самостоятельной жизни / Л. А. Макарова // Взгляд в будущее: актуальные вопросы воспитания и защиты детей : сборник материалов научно-практической конференции, Калуга, 10 сентября 2021 года. – Калуга : Издательство Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского, 2022. – С. 71–77.

3. Егошина, Д. А. Проблема адаптации выпускников детских домов в социуме / Д. А. Егошина // Студенческая наука и XXI век. – 2020. – Т. 17, № 2-2 (20). – С. 190–192.

4. Черникова, С. А. Актуальные психолого-педагогические средства социально-бытовой адаптации выпускников детских домов / С. А. Черникова // Прогрессивная инновация и/или фундаментальная традиционность в образовании и социокультурных практиках : сборник тезисов международной научно-практической конференции, Ижевск, 29 октября – 01 ноября 2024 года. – Ижевск : Удмуртский государственный университет, 2024. – С. 254–255.

УДК 159.9.07

ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ОФИСА НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ СОТРУДНИКОВ

Маковец Ангелина Сергеевна, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, lina.makovets@mail.ru

Научный руководитель – Панюкова Юлия Геннадьевна, д.пс.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, arpanukov@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается влияние офисного пространства на психологическое благополучие персонала. Между характеристиками рабочего помещения и состоянием сотрудников существует прямая связь, и анализ различных факторов организации офиса позволяет сделать выводы об условиях повышения эффективности и удовлетворенности участников рабочего процесса.*

***Ключевые слова:** офис, офисное пространство, пространственная среда, психологическое благополучие, продуктивность.*

В числе множества разнообразных факторов, повышающих эффективность работы сотрудников компаний разных секторов экономики, немаловажное место занимает организация рабочего пространства, включая пространство офиса. Однако значение имеют не только окружающая обстановка и объективные характеристики, но и субъективное восприятие условий работы в конкретном офисе самими сотрудниками. Анализируя воздействие рабочей среды с разных точек зрения, можно сделать вывод, что субъективные ощущения работников в значительной степени определяют их вовлеченность, мотивацию и эффективность.

Исследование особенностей восприятия офисного пространства особенно актуально в контексте современных трендов – гибридного формата работы, выстраивания эргономики рабочих помещений с целью создания психологического комфорта. Актуальность исследования обусловлена также динамичными изменениями условий труда и организации рабочих пространств. Современные форматы офисов, такие как open space и коворкинги, по-настоящему трансформируют способ взаимодействия персонала с рабочей средой. Понимание того, как сотрудники воспринимают рабочую среду, позволит компаниям создавать более эффективные и удобные офисы, способствующие как личной продуктивности, так и командному взаимодействию.

Остановимся на основных понятиях исследования. *Офис* – это многофункциональное физическое пространство и стратегический ресурс, способствующий эффективности

производственной деятельности сотрудников, повышению качества их жизни, укреплению здоровья и психологического благополучия [1].

В международной практике существует классификация офисной недвижимости, согласно которой выделяют три класса – А, В, С – в зависимости от Местоположения и комфортности помещений. В Российской Федерации дополнительно выделяют классы D, E, F, поскольку международным критериям соответствуют не более 20 % помещений. Несмотря на это, практически все помещения для служащих называют офисами, а рабочие места – офисными. Под понятие «офисное рабочее место» в РФ подпадают рабочие места от VIP-кабинетов руководителей организации до комнат без окон в подвальных помещениях [2, с. 95].

Офисное пространство, или *пространственная среда офиса*, по мнению Ж. Фишер, – это взаимодействие физических, функциональных и психологических факторов, влияющих на человека. Пространственная среда играет ключевую роль в формировании психологического благополучия сотрудников. Современные исследования подтверждают, что такое благополучие непосредственно зависит от разнообразных факторов офисного пространства, таких как организация рабочих мест, коммуникации в коллективе, уровень стресса и нервного напряжения, возможности для профессионального развития [3, с. 109].

Вопрос взаимодействия личности с пространством рабочей среды давно находится в фокусе исследований экологической психологии. В последние годы эта тема становится всё актуальнее и выделяется в отдельное направление в отечественной организационной психологии [4]. Поведение человека определяется не столько объективными параметрами среды, сколько их субъективной значимостью и личностным смыслом [5]. Хотя в разных исследованиях уже собрано много данных о том, как люди воспринимают окружающее их пространство, почти нет работ, которые бы систематизировали эти данные [6].

Внешние аспекты среды подлежат осмыслению сотрудниками и имеют для них различное значение. Восприятие офисного пространства может быть связано с чувством комфорта, безопасности, идентификации с компанией, что, в свою очередь, влияет на продуктивность и психологическое состояние персонала. Целью проведения настоящих исследований стало выявление механизмов влияния субъективно воспринимаемых характеристик офисного пространства на психологическое благополучие сотрудников.

В ходе системного изучения параметров, влияющих на организацию рабочих пространств, был проведен комплексный анализ лексики, описывающей офисную среду. В качестве источника использовался Русский орфографический словарь [7], из которого методом экспертной выборки было отобрано 250 слов, связанных с восприятием рабочего пространства. Для оптимизации первоначального списка был применен частотный анализ употребления отобранных лексических единиц. Это позволило исключить устаревшие или узкоспециализированные термины, а также объединить близкие по смыслу слова, оставив наиболее употребимые варианты. В результате был сформирован компактный перечень из 54 ключевых характеристик, которые классифицированы в пять смысловых групп: пространственная организация, эргономика и комфорт, дизайн и эстетика, функциональность и психологический климат.

Пространственная организация определяет, насколько эффективно используется площадь офиса, и включает такие характеристики, как «открытый», «кабинетный», «модульный».

Эргономическая группа объединяет характеристики, связанные с удобством рабочих мест («удобный», «просторный», «тесный»). Важна и возможность персонализации рабочего места, например, регулировка высоты стола или настройка освещения под индивидуальные предпочтения.

Дизайн и эстетика охватывают визуальное восприятие: «современный», «стильный» подразумевают визуальную и сенсорную атмосферу офиса.

Функциональность отражает технологическую оснащенность и адаптивность пространства («оснащенный», «устаревший»). Современная техническая оснащенность напрямую влияет на эффективность. Правильное освещение, удобное расположение розеток, наличие мест для хранения вещей и даже доступ к кухне или кофемашине – все это делает пространство удобным для повседневной работы.

Психологический климат – самый субъективный, но не менее важный аспект, его влияние на эмоциональное состояние и взаимодействие между сотрудниками велико. Он складывается из эмоций, которые вызывает офис: ощущается ли здесь дружелюбная атмосфера или, напротив, давящая формальность?

Таким образом, удобные рабочие места и здоровая рабочая среда способствуют повышению концентрации, продуктивности, комфортному психологическому состоянию сотрудников. Освещение, шум, температура и эргономика напрямую влияют на концентрацию и уровень стресса.

В целом влияние пространственной среды офиса на психологическое благополучие сотрудников мы видим комплексным процессом, требующим не только разностороннего анализа, но и системного поэтапного подхода к улучшению условий труда. Создание комфортной и поддерживающей атмосферы может повлиять на уровень удовлетворенности сотрудников и повысить качество и эффективность труда, что важно для успешной деятельности любой организации.

Библиографический список

1. Павлова, М. В. Качества «здорового» офиса и их связь с психологическим благополучием работников: диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук / Павлова Милада Владимировна. – Москва, 2024. – 148 с.

2. Бурак, В. Е. Исследование факторов производственной среды в офисных помещениях / В. Е. Бурак // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности: приоритеты, проблемы, решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 95–101.

3. Манастырный, Д. Н. Влияние рабочей среды на психологическое благополучие сотрудников / Д. Н. Манастырный // Перспективы развития педагогики, психологии и языкознания в условиях современных вызовов. – Краснодар: Новация, 2024. – 151 с.

4. Ivanoff, D. Workspace Environment Management: Recent Challenges and Future Trends for Organizational Psychology / D. Ivanoff, D. Podolskiy // Организационная психология. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 190–202.

5. Нартова-Бочавер, С. К. Жизненная среда как источник стресса и ресурс его преодоления: возвращаясь к психологии повседневности / С. К. Нартова-Бочавер // Психологический журнал. – 2019. – Т. 40, № 5. – С. 15–26.

6. Панюкова, Ю. Г. Возможности семантических методов в экопсихологических исследованиях / Ю. Г. Панюкова, А. И. Панюков // Общество: социология, психология, педагогика. – 2022. – № 4 (96). – С. 79–84.

7. Русский орфографический словарь / под редакцией В. В. Лопатина, О. Е. Ивановой. – Москва: Грамота, 2024. – 904 с.

МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КАК СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Маянцева Алина Игоревна, учитель ГБОУ г. Москвы «Школа № 1468»,
malininskaya_a@mail.ru

Названова Яна Сергеевна, учитель ГБОУ г. Москвы «Школа № 1468»,
yana.nazvanova12@mail.ru

Научные руководители:

Козленкова Елена Николаевна, к.п.н., доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, kozlenkova_en@rgau-msha.ru

Назарова Людмила Ивановна, к.п.н., доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, nazarova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности мобильных устройств как эффективного инструмента для мониторинга академической успеваемости обучающихся, выделяются их преимущества, риски и перспективы применения в условиях цифровой трансформации образования.

Ключевые слова: мобильное обучение, мониторинг учебных результатов, образовательные технологии, цифровая трансформация, высшее образование.

На данный момент сложно представить нашу жизнь без современных цифровых технологий и средств коммуникации. Они прочно вошли в повседневность и активно развиваются, что напрямую влияет на образовательный процесс. Студенты становятся более требовательными и ожидают, что обучение будет не только полезным, но и современным. Это ставит перед педагогами задачу пересмотра привычных подходов, методов и инструментов преподавания.

Становится особенно важным искать новые, интересные форматы вовлечения студентов в учебу. В этом смысле цифровые образовательные технологии, особенно мобильное обучение, открывают большие возможности. Они позволяют расширить доступ к знаниям, сделать процесс обучения гибким и удобным, а также эффективно отслеживать успеваемость студентов [1, 2].

Мобильное обучение помогает преподавателю решать ключевую задачу – делать учебный процесс увлекательным, познавательным, а также адаптивным под различные цели и задачи. Когда студентам действительно интересно, они охотнее включаются в работу и стремятся к результату.

Именно поэтому так актуален вопрос интеграции мобильных приложений в образование. Это ответ на запрос времени – как со стороны педагогов, так и самих студентов, которые хотят учиться, используя современные технологии и готовятся к профессиональной деятельности в цифровом мире.

Образовательный процесс представляет собой ступенчатую структуру, где одно знание накладывается на другое, и для преподавателя крайне важно проводить качественные, а также количественные мониторинги среди студентов, чтобы понимать, насколько хорошо закреплен изучаемый ими материал. В связи с этим мониторинг должен быть:

– доступным, чтобы каждый обучающийся мог выполнить поставленные задачи, ведь крайне важно получить 100%-ный охват среди обучающихся, для получения наиболее точных и верных статистических данных. Работа в онлайн-формате ускоряет процесс анализа данных для преподавателя;

– легким в обращении и не занимать много времени. Мониторинг знаний студентов должен быть не только точным, но и предельно удобным в применении;

– объективным и прозрачным для обучающихся. Это является одним из ключевых условий для формирования у студентов осознанного отношения к образовательному процессу. Когда обучающийся четко понимает, по каким именно критериям оценивается его успеваемость, он не только чувствует справедливость, но и получает возможность самостоятельно отслеживать свой прогресс.

Но также важно оценивать и негативные стороны данных инновационных подходов в образовании. Одной из достаточно серьезных проблем, которые сопровождают использование мобильных устройств для мониторинга учебных результатов, является возможность недобросовестного поведения со стороны студентов, в частности списывание и использование сторонних программ для обхода ограничений [3]. Это искажает объективность оценки, подрывает доверие к цифровым формам контроля и снижает эффективность мониторинга как инструмента педагогического воздействия. Особенно остро данная проблема проявляется в условиях дистанционного или гибридного обучения, когда преподаватель не может лично проконтролировать процесс выполнения заданий.

В результате возникает парадокс: с одной стороны, мобильные технологии предоставляют широкие возможности для оперативного и гибкого контроля успеваемости, с другой – требуют разработки дополнительных механизмов проверки достоверности полученных результатов.

Мобильное устройство как средство мониторинга результатов является хорошим подспорьем преподавателю, но на данный момент из-за отсутствия интегрированной системы не может полностью вытеснить привычные методы образования. Сейчас не осталось учебных заведений, которые не используют информационные технологии в подготовке кадров. С помощью специализированных мобильных приложений и облачных платформ преподаватели получают доступ к данным об активности студентов: участии в учебных мероприятиях, выполнении домашних заданий, результатах тестирования и динамике прогресса. Такие данные позволяют проводить глубокую диагностику образовательного процесса и повышать его результативность.

Из основных примеров на данный момент можно выделить:

1) Электронные дневники в школах и платформы, которые достаточно глубоко интегрированы в образование. Их использование началось уже достаточно давно и продолжает активно развиваться. Главным плюсом таких приложений является то, что все пользователи могут иметь постоянный доступ к ресурсу, что делает процесс образования более прозрачным. Примерами таких ресурсов выступают: «Дневник.ру», Google Classroom, Moodle, все они в той или иной степени распространены в системе образования.

2) Онлайн-тестирование и мгновенный анализ результатов. Этот кластер приложений больше подходит для образовательных задач студентов, при помощи таких приложений, как Socrative, MyTest (<http://mytest.klyaksa.net/>) (автор – А. С. Башлаков), включающий редактор тестов и журнал результатов для проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа результатов, выставления отметки по указанной в тесте шкале, Quizizz, Lecture Racing и др. Преподаватели могут проводить мониторинг знаний обучающихся прямо в аудитории или дистанционно. Из плюсов необходимо выделить то, что результаты тестовых заданий

мгновенно обрабатываются системой и отображаются в виде диаграмм с указанием сильных и слабых сторон группы или же каждого обучающегося по отдельности.

3) Анализ учебной деятельности через мобильные образовательные приложения. Обучающие платформы Coursera, Stepik ведут подробную статистику о времени, проведенном в приложении, а также количестве пройденных заданий и уровне вовлеченности пользователя в образовательный процесс. Данные из этих приложений можно использовать для анализа динамики обучения. Безусловно, в полной мере невозможно полноценно перейти в данные приложения для проведения образовательного процесса, но как инструмент, который дополняет традиционные методы обучения, такие приложения могут играть важную и значимую роль.

Интеграция всей совокупности инструментов, представленных выше, дает наиболее качественное и разноплановое образование, позволяет студенту познакомиться с различными формами обучения, что в будущем положительно скажется на его работоспособности после окончания вуза.

Из основных преимуществ для преподавателя в использовании данных платформ можно выделить такие особенности, как:

1) Оперативность, получение данных о успеваемости обучающегося и его активности в реальном времени.

2) Доступность мобильных устройств есть почти у каждого обучающегося, что снижает барьер и порог вхождения в образовательный процесс.

3) Персонализация, возможность выстраивания индивидуальных траекторий обучающихся для наилучшего процесса передачи информации и усвоения данных.

4) Визуализация, позволяющая сделать процесс мониторинга более наглядным для преподавателя и обучающихся (аналитика представляется в форме графиков, таблиц и отчетов).

В условиях современного образования, которое ориентировано на постоянную обратную связь, оценку знаний и формирование компетенций обучающегося, важную роль играют такие инструменты, как анкетирование и тестирование. Оба данных метода активно используются в образовательной практике, однако необходимо понимать, что их цели, формы, а также результаты различаются, что требует осознанного и обоснованного подхода к выбору подходящего средства в конкретной педагогической ситуации.

Анкетирование проводится как в онлайн-, так и в офлайн-формате и представляет собой метод сбора данных на основе ответов студентов на заранее подготовленные вопросы. Метод анкетирования является одним из основных методов исследования во всех сферах деятельности. Получаемую информацию необходимо подвергать переработке, сравнению, осмыслению, исследованию [4]. Чаще всего данный метод применяется для получения определенной информации, такой как: выявление уровня мотивации студентов, отношения к тому или иному вопросу, удовлетворенности образовательным процессом, а также других качественных характеристик, отражающих субъективный опыт анкетиремого.

Наибольшую популярность в наши дни набирает онлайн-анкетирование. Такой способ имеет ряд достоинств: число респондентов не ограничено; современное удобное оформление; удобные способы рассылки на участие в анкетировании; современные инструменты создания вопросов; минимальные материальные затраты; быстрая и точная обработка результатов. Наиболее удачным решением для проведения онлайн-анкетирования является разработанное компанией Яндекс приложение Yandex Forms [5]. Данное приложение имеет ряд достоинств: приложение бесплатное; участие одновременно неограниченного числа респондентов; точные статистические данные в выбранной форме их представления; удобные способы рассылки опроса респондентам; респондент не ограничен в

устройствах при ответе на вопросы анкеты (смартфон, настольный компьютер, планшетный компьютер).

Тестирование, в свою очередь, является способом количественной оценки знания обучающегося, умений или навыков студентов по тому или иному курсу или направлению обучения. В отличие от анкетирования тесты в большей степени направлены не на выражения своего мнения, а на проверку уровня знания учебного материала, что делает их инструментом объективного контроля [6, 7]. В настоящее время существует множество компьютерных программ для проведения тестирования, созданных отечественными и зарубежными специалистами.

Анкетирование и тестирование сегодня – это два важных инструмента, которые активно используются в современном образовании. У каждого из них своя роль: анкеты помогают узнать больше информации о студентах, что их мотивирует, как они воспринимают учебный процесс, а тесты позволяют объективно оценить их знания и сформированные навыки. Чтобы использовать эти методы эффективно, важно понимать, чем они отличаются, в каких ситуациях уместны и какие у них есть ограничения. Важно уметь правильно комбинировать оба подхода: анкетирование помогает выявлять слабые места, адаптировать обучение под реальные потребности студентов, а тестирование дает четкую обратную связь по результатам обучения и позволяет контролировать успеваемость.

Таким образом, мобильные устройства и дополнительно загруженные или встроенные мобильные приложения позволяют упростить проведение анкетирования или тестирования по темам. Основываясь на данных из анкет и тестов, преподаватель может точнее выстраивать свою стратегию, гибко реагировать на изменения в группе и учитывать индивидуальные особенности каждого студента. Такое комплексное использование этих инструментов улучшает качество обучения и способствует более тесному и осознанному взаимодействию между всеми участниками образовательного процесса.

Библиографический список

1. Профессиональное образование: методология, технологии, опыт внедрения: монография / Е. Н. Трофимов, В. А. Жидких, Н. Н. Лагусева [и др.]. – Москва : ИД Университетская книга, 2022. – 234 с.
2. Кубрушко, П. Ф. Формирование цифровой компетентности преподавателя колледжа в процессе непрерывного образования / П. Ф. Кубрушко, М. В. Шингарева, Ю. А. Атапина // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 78–84.
3. Организация прокторинга в дистанционном обучении студентов аграрного вуза / Л. И. Назарова, А. С. Симан, И. М. Лямина, Г. А. Колоскова // Агроинженерия. – 2020. – № 4 (98). – С. 72–77.
4. Чернопятав, А. М. Процессное обучение с применением анализа превосходства / А. М. Чернопятав // Инновационная экономика. – 2014. – № 3 (16). – С. 46.
5. Черникова, Н. В. Тестирование как форма контроля самостоятельной работы студентов по педагогике / Н. В. Черникова // Вестник Минского государственного лингвистического университета. Серия 2: Педагогика, психология, методика преподавания иностранных языков. – 2020. – № 1 (37). – С. 40–48.
6. Кривчанский, И. Ф. Повышение достоверности результатов диагностики учебных достижений выпускников профессионально-педагогических образовательных программ / И. Ф. Кривчанский, А. С. Симан // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2016. – № 6 (76). – С. 14–18.

7. Жирякова, А. В. Тестирование как эффективная форма контроля самостоятельной работы студентов / А. В. Жирякова // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 1 (60). – С. 114–117.

УДК 378;159.9:37.015.3

**ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО ПРОВЕРКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕАЛИЗАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ МОТИВАЦИИ
УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ АГРАРНОГО
ВУЗА**

Павлова Валентина Сергеевна, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, vpavlova@rgau-msha.ru

Научный руководитель – Третьякова Наталия Владимировна, д.п.н., профессор, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», tretjakovnat@mail.ru

***Аннотация.** В статье описаны этапы и содержание опытно-экспериментальной работы по апробации комплекса педагогических условий, способствующих эффективному развитию мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза. Представлены результаты опытно-экспериментального исследования.*

***Ключевые слова:** педагогические условия, мотивация учебно-профессиональной деятельности, опытно-экспериментальная работа*

В условиях стремительного технологического развития и трансформации экономической структуры сельского хозяйства подготовка высококвалифицированных кадров приобретает особую значимость как стратегическое направление государственной политики и важное условие устойчивого развития аграрной отрасли [1, 2]. Вместе с тем современная аграрная сфера сталкивается с рядом существенных вызовов, среди которых – старение кадрового состава, недостаточный приток молодых специалистов, а также дефицит выпускников, обладающих актуальными теоретическими знаниями и практическими умениями и навыками [3].

Данные обстоятельства обуславливают актуальность исследования мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрных вузов, которая выступает одной из ключевых предпосылок устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли. Это, в свою очередь, создает необходимость разработки и внедрения эффективных механизмов повышения профессиональной мотивации будущих специалистов, поскольку именно уровень их заинтересованности, вовлеченности и профессиональной подготовки определяет перспективы развития аграрного сектора.

Целью исследования является выявление педагогических условий, способствующих повышению эффективности развития мотивации к учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза, а также описание последовательности опытно-экспериментальной

работы по их апробации в ходе профессиональной подготовки будущих специалистов сельскохозяйственного профиля.

Опытно-экспериментальное исследование строилось на основе разработанной педагогической модели [4] и проходило в три этапа (с 2022 по 2025 гг.), каждый из которых включает свои задачи и методы: констатирующий, формирующий и заключительный (таблица 1).

Таблица 1

**Этапы, содержание и методы опытно-экспериментальной работы по развитию
мотивации учебно-профессиональной деятельности
студентов аграрного вуза**

Этапы	Содержание	Методы
Констатирующий этап – 2022–2024	проведение констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы по подготовке и анализу исходных данных для доказательства значимости и актуальности заявленной проблемы	- теоретический анализ научной литературы по проблеме исследования; - методы опроса для сбора данных (анкетирование, беседа); - интерпретация, обобщение и структурирование результатов констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы; - математические методы для анализа полученных данных; - графические методы для визуализации и анализа исследовательских данных
Формирующий этап – 2023–2024	проведение формирующего этапа опытно-экспериментальной работы по внедрению комплекса педагогических условий, способствующих развитию мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза с целью обоснования их эффективности	- применение методов устного и письменного опроса, включающих беседу, анкетирование и тестирование; - применение интерактивных технологий обучения, включая организацию дискуссий, работу в малых группах и т.д.; - использование интерактивного тренажера; - метод виртуальной самопрезентации квазипрофессиональной деятельности; - метод рефлексивного дневника; - использование методов математической статистики для количественной оценки результатов исследования; - математические методы для анализа полученных данных; - графические методы для визуализации и анализа исследовательских данных
Завершающий этап – 2024–2025	систематизация и анализ результатов опытно-экспериментальной работы с последующей их интерпретацией	- сравнительный анализ и обобщение данных опытно-экспериментальной работы; - статистическая обработка эмпирических данных, собранных в ходе опытно-экспериментальной работы; - графические методы для визуализации и анализа исследовательских данных

В качестве участников исследования были привлечены 120 студентов четвертого курса, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» ФГБОУ ВО

«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева». Было сформировано две группы: контрольная – КГ (n = 23) – с традиционной организацией образовательного процесса, и экспериментальная – ЭГ (n = 97), в которой был внедрен комплекс педагогических условий, направленных на развитие мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов.

На первом этапе (констатирующем) опытно-экспериментальной работы разработаны следующие критерии и раскрывающие их показатели: ценностно-ориентационный (ценностное отношение и желание активно заниматься профессиональной деятельностью в сельском хозяйстве), мотивационно-целевой (устойчивый интерес к профессиональному саморазвитию специалиста сельскохозяйственной отрасли), оценочно-рефлексивный (способность к рефлексивному анализу результатов учебно-профессиональной деятельности). Оценка каждого критерия осуществлялась посредством диагностических методов, включающих модифицированные тесты известных отечественных и зарубежных психологов, в числе которых – К. Замфир, А. Реан, Т. И. Ильина, В. Г. Каташев и др., дополненные авторскими опросниками, в совокупности позволяющие повысить точность и надежность измерения уровня мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза.

Анализ научно-педагогической литературы показывает, что развитие мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза возможно лишь при создании соответствующих педагогических условий в ходе профессиональной подготовки будущих специалистов сельского хозяйства. Поэтому следующий этап исследования (формирующий) был направлен на выявление и экспериментальную проверку реализации комплекса педагогических условий.

Учитывая многообразие научных трактовок понятия «педагогические условия», в рамках данного исследования под ними понимаем элемент педагогической системы, отражающий совокупность взаимодействующих внутренних и внешних факторов, способствующих повышению уровня мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов и обеспечивающих эффективное функционирование и развитие всей педагогической системы.

С учетом системного, деятельностного, личностно ориентированного и контекстного подходов нами предлагаются следующие взаимосвязанные условия, эффективность которых достигается только при взаимодействии:

1. Создание информационно-насыщенной образовательной среды, способствующей вовлечению обучающихся в процесс самостоятельного добывания профессионально-ориентированных знаний.

2. Интеграция в содержание практических занятий комплекса квазипрофессиональных проблемно-ориентированных заданий, стимулирующих творческую профессиональную самореализацию обучающихся.

3. Вовлечение обучающихся в оценочно-рефлексивную деятельность, обеспечивающую контроль и оперативную корректировку процесса и результатов учебно-профессиональной деятельности.

В процессе реализации первого условия особое внимание было уделено анализу публикаций в профильных журналах, отражающих современное состояние аграрной отрасли, просмотру видеоматериалов, посвященных сельскохозяйственной сфере и т.д. Для достижения ожидаемого результата в учебном процессе использованы активные и интерактивные методы обучения, направленные на стимулирование самостоятельного приобретения обучающимися профессионально-ориентированных знаний, значимых

для будущих специалистов аграрной отрасли, а также развитие навыков информационного поиска.

Для успешной реализации следующего условия, в соответствии с технологией контекстного обучения А. А. Вербицкого [5], в образовательный процесс был внедрен метод «виртуальной самопрезентации»: видеосъемка смоделированных фрагментов будущей профессиональной деятельности с последующим их размещением в сети интернет с целью получения экспертной оценки от представителей работодателей. Применение данной технологии способствовало более глубокому пониманию сущности профессии агроинженера и поддержанию позитивного отношения к выбранной профессии, и, как следствие, повышению общей мотивации к будущей профессиональной деятельности.

В рамках реализации третьего условия эффективным средством самоанализа и оценки процесса обучения, а также профессионального развития будущего специалиста в аграрной сфере выступило ведение рефлексивного дневника агроинженера, что позволяет рассмотреть и проанализировать ключевые элементы, оказывающие влияние на развитие профессионального мышления обучающихся и становления специалиста.

На завершающем этапе исследования проводилась оценка, обобщение и анализ результатов опытно-экспериментальной работы. Например, в таблице 2 представлены средние значения по каждому из выделенных критериев.

Таблица 2

Средние показатели уровня развития мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза в целом и отдельно по каждому критерию, в баллах

Критерий	ЭГ (n=97)			КГ (n=23)		
	начальный этап	конечный этап	ΔM_{cp}	начальный этап	конечный этап	ΔM_{cp}
	Средний показатель соответствующего критерия					
Ценностно-ориентационный	1,96	2,16	0,20	1,85	1,82	0,03
Мотивационно-целевой	1,84	2,03	0,19	1,89	1,83	0,06
Оценочно-рефлексивный	1,57	1,83	0,26	1,69	1,61	0,08
M_{cp}	1,79	2,01	0,22	1,81	1,75	0,06

Таким образом, в ходе опытно-экспериментальной работы было зафиксировано положительное изменение показателей в ЭГ по всем выявленным критериям. В результате реализации комплекса педагогических условий средний показатель (M_{cp}) в ЭГ составил 2,01 балла, что свидетельствует о приросте на 0,22 балла. В КГ наблюдается менее значительный рост – средний показатель (M_{cp}) увеличился до 1,75 (прирост 0,06).

Кроме того, был определен уровень развития мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза после проведения экспериментальных мероприятий и показана динамика уровня мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза до и после формирующего этапа опытно-экспериментальной работы (рис. 1).



Рис. 1 Динамика развития уровня мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза за период опытно-экспериментальной работы, в %

В результате реализации комплекса педагогических условий в ЭГ на завершающем этапе исследования было установлено следующее распределение по уровням мотивации учебно-профессиональной деятельности. У 10,3 % студентов сохранился низкий уровень мотивации, что на 15,4 % ниже показателя начального этапа. Доля студентов со средним уровнем мотивации увеличилась на 10,3 % и составила 69,1 %. Высокий уровень мотивации был зафиксирован у 20,6 % участников, что превышает показатель начального этапа на 5,1 %. В КГ существенных положительных изменений выявлено не было. Уровень мотивации у большинства студентов остался на прежнем уровне: доля студентов с низким уровнем мотивации практически не изменилась и составила 30,4 %. Число студентов со средним уровнем мотивации увеличилось незначительно – на 4,3 %, достигнув отметки 60,8 %. При этом наблюдается снижение доли студентов с высоким уровнем мотивации по сравнению с начальным этапом исследования.

В современных условиях аграрное образование выступает ключевым звеном в обеспечении сельскохозяйственного сектора экономики высококвалифицированными кадрами. Учитывая возрастающие требования государства и агропромышленного комплекса к профессиональной подготовке специалистов, способных эффективно решать задачи устойчивого развития отрасли, особую актуальность приобретает формирование и развитие учебно-профессиональной мотивации студентов аграрных вузов.

Проведенная опытно-экспериментальная работа позволила выявить эффективные педагогические условия, способствующие развитию мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза. Внедрение разработанного комплекса педагогических условий не только позволяет повысить уровень мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов, но и способствует развитию ценностного отношения к профессии специалиста сельскохозяйственной сферы и осознанного желания активно заниматься профессиональной деятельностью, устойчивого интереса к профессиональному саморазвитию как специалисту сельскохозяйственной отрасли и способности к рефлексивному анализу результатов учебно-профессиональной деятельности, что имеет важное значение для подготовки высококвалифицированных специалистов в сфере АПК.

Анализ данных проведенного исследования показал положительную динамику развития мотивации учебно-профессиональной деятельности среди участников экспериментальной группы, что подтверждает возможность целенаправленного влияния на данный процесс через реализацию специально организованных педагогических условий.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 №996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/436761964> (дата обращения: 19.05.2025).
2. Профессиональное образование: методология, технологии, опыт внедрения / Е. Н. Трофимов, В. А. Жидких, Н. Н. Лагусева [и др.]. – Москва : ИД Университетская книга, 2022. – 234 с.
3. Коршунова, Л. Н. Аграрное образование: проблемы и перспективы / Л. Н. Коршунова // Экономика сельского хозяйства России. – 2016. – № 1. – С. 33–37.
4. Павлова, В. С. Педагогическая модель развития мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов аграрного вуза / В. С. Павлова, Н. В. Третьякова // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2024. – Т. 23, № 3 (172). – С. 118–124.
5. Вербицкий, А. А. Теория контекстного образования как концептуальная основа реализации компетентностного подхода / А. А. Вербицкий // Коллекция гуманитарных исследований. – 2016. – № 2 (2). – С. 6–12.

УДК 37.015.3;378.1:004.946

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ АПК С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Рачеев Никита Олегович, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, зав. научной лабораторией педагогических инноваций, ст. преподаватель кафедры информационных технологий, бухгалтерского учёта и статистики ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, niks705@mail.ru

Научный руководитель – Симбирских Елена Сергеевна, д.п.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, директор Кировского филиала РАНХиГС, simbirskihe@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена обоснованию компонентов структурно-содержательной модели процесса подготовки обучающихся аграрного вуза с применением виртуальной реальности. Цель исследования – научно обосновать и разработать модель процесса подготовки обучающихся аграрного вуза с применением виртуальной реальности.

Ключевые слова: профессиональное образование, агрообразование, аграрный вуз, педагогическая модель, педагогическое моделирование, VR-технологии, виртуальная реальность.

Актуальность разработки модели процесса подготовки кадров АПК с применением технологий виртуальной реальности обусловлена необходимостью модернизации системы профессионального образования в условиях цифровой трансформации экономики [1–3]. Использование виртуальной реальности позволяет создать имитационные среды для отработки профессиональных навыков, повысить наглядность обучения и обеспечить безопасность при освоении сложных технологических операций [4, 5].

Разработка такой модели способствует решению ключевых задач профессионального образования: повышению качества подготовки кадров, сокращению временных и материальных затрат на обучение, а также лучшей адаптации выпускников к реальным

производственным условиям [6]. Это особенно важно для АПК, где доступ к реальным производственным объектам ограничен сезонностью работ и территориальной удалённостью учебных заведений от предприятий [7].

Научная проблема заключается в ответе на вопрос – каким образом применять виртуальную реальность для повышения качества подготовки кадров АПК в условиях высшего аграрного образования?

В качестве объекта исследования выбран процесс подготовки по программам высшего аграрного образования (на примере УГС: 35.00.00 Сельское, лесное и рыбное хозяйство; 36.00.00 Ветеринария и зоотехния).

Цель исследования – научно обосновать и разработать модель процесса подготовки обучающихся аграрного вуза с применением виртуальной реальности.

Методами исследования выступили анализ литературных источников, системный анализ, педагогическое моделирование, метод экспертных оценок.

Структура и содержание модели процесса подготовки кадров АПК с применением виртуальной реальности представлена на рисунке 1.





Рис. 1 Модель процесса подготовки кадров АПК с применением виртуальной реальности

Целевой блок определяет задачи обучения и воспитания на уровнях учебного занятия, дисциплины и образовательной программы высшего аграрного образования, фокусируясь на создании условий для формирования у студентов аграрных вузов с помощью виртуальной реальности (VR) иммерсивно-агентного опыта, обеспечивающего опережающий уровень компетенций и профессиональной компетентности.

Содержательный блок раскрывает методику выявления сегментированного содержания дисциплин, часть которых может быть освоена студентами с использованием VR. Предварительное формирование системы представлений обучающихся о виртуальной реальности происходит в рамках дисциплин, развивающих ИКТ-компетенции, а первичный иммерсивно-агентный опыт – в учебных курсах, направленных на освоение универсальных компетенций (УК-7). Содержание образовательной программы высшего аграрного образования, рабочих программ дисциплин и занятий, ориентированное на профессиональные стандарты, требования работодателей и ФГОС, проходит «двойной фильтр»: принципы отбора содержания и границы его реализации (научно-технические, этические, валеологические, методические ограничения), что позволяет выделить фрагменты дисциплин, доступные для освоения через VR.

Деятельностный блок акцентирует специфику взаимодействия участников образовательного процесса с применением VR и выбор технологических средств, способствующих разработке методик использования VR-приложений. Описываются ключевые аспекты деятельности: сочетание виртуальной и реальной образовательных сред; ролевые модели студентов и преподавателей; коммуникативный и содержательный контекст обучения; требования к техническому оснащению; принципы педагогического проектирования и отбора программного обеспечения.

Оценочно-результативный блок представляет систему взаимосвязанных образовательных результатов и подходы к их оцениванию. Потенциальные результаты включают иммерсивно-агентный опыт, компетенции опережающего уровня (универсальные, общепрофессиональные, специализированные) и профессиональную компетентность.

Оценочные процедуры сочетают классические методы и инструменты с использованием VR, при этом отмечаются ограничения VR-технологий в текущем и итоговом контроле, но подчеркивается их эффективность для мониторинга самостоятельной работы и промежуточной аттестации.

Формирование комплекса организационно-педагогических условий строилось на основе теоретических основ применения VR в высшем аграрном образовании и включает три группы: дидактические, организационно-управленческие и кадровые условия.

Дидактические условия предполагают: развитие системы представлений студентов о виртуальной реальности; формирование первичного иммерсивно-агентного опыта; обеспечение гибкости в определении форм самостоятельной работы по дисциплинам с сегментированным содержанием.

Организационно-управленческие условия включают: VR-лабораторию как инфраструктурную основу управления программно-аппаратным комплексом; локальное нормативное регулирование трансформации образовательных программ и обеспечения доступа к VR-оборудованию для всех участников процесса.

Кадровые условия реализации модели подразумевают наличие у преподавателей и технического персонала аграрных вузов сформированной VR-компетентности, а также систему повышения квалификации педагогов для применения технологии виртуальной реальности в образовательной практике.

Таким образом, модель процесса подготовки кадров АПК с применением виртуальной реальности объединяет целевой, содержательный, деятельностный и оценочно-результативный блоки, а её целостность обеспечивается комплексом теоретически обоснованных организационно-педагогических условий, реализуемых в рамках системного методологического подхода.

Несмотря на полноту проведённых теоретических изысканий, на текущем этапе их нельзя считать достаточными и полностью исчерпывающими. Необходима дальнейшая опытно-поисковая работа для оценки релевантности модели в образовательной практике аграрных вузов.

Библиографический список

1. Инновационные направления профессиональной подготовки в России и за рубежом : коллективная монография / Ю. А. Копылов, Е. И. Чернышева, И. А. Алексеева [и др.]. – Ульяновск : ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2024. – 540 с.
2. Симан, А. С. Цифровые технологии в образовании: преимущества, вызовы и перспективы / А. С. Симан // Российский научный вестник. – 2024. – № 12. – С. 205–208.
3. Профессиональное образование: методология, технологии, опыт внедрения / Е. Н. Трофимов, В. А. Жидких, Н. Н. Лагусева [и др.]. – Москва : ИД Университетская книга, 2022. – 234 с.
4. Рачеев, Н. О. Сегментация содержания высшего аграрного образования: виртуальная реальность / Н. О. Рачеев // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. – 2024. – № 4. – С. 92–99.
5. Симбирских, Е. С. Дидактический потенциал робототехнических VR-конструкторов в программах подготовки агроинженеров для отечественного АПК / Е. С. Симбирских, Н. О. Рачеев. – Текст : непосредственный // Агроинженерия. – 2021. – № 2 (102). – С. 75–79.
6. Рачеев, Н. О. О цифровой подготовке кадров при внедрении VR-технологий в образовательный процесс российских вузов / Н. О. Рачеев, Н. Е. Махлейт // Знания молодых

– будущее России : сборник статей XX Международной студенческой научной конференции, Киров, 06–08 апреля 2022 года. Ч. 5. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 259–261.

7. Рачеев, Н. О. Трансформация содержания педагогических задач в связи с применением VR-технологии в высшем аграрном образовании / Н. О. Рачеев // Инновационная научная современная академическая исследовательская траектория (ИНСАЙТ). – 2024. – № 3 (19). – С. 102–116.

УДК 331.548+378

СЕТЕВОЙ ПРОЕКТНЫЙ ОФИС КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сивкова Юлия Сергеевна, м.н.с. научной лаборатории педагогических инноваций ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, julia_92_sch@mail.ru

Научный руководитель – Симбирских Елена Сергеевна, д.п.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, директор Кировского филиала РАНХиГС, simbirskihe@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования проектной деятельности как инструмента формирования проектной компетентности в рамках системы непрерывного агротехнологического образования через создание сетевого проектного офиса. Представлена структура проектной компетентности агротехнологической направленности, включающая когнитивный, деятельностный и личностный компоненты. Описаны методы оценки каждого из компонентов, выделены уровни сформированности компетентности (высокий, средний, низкий).

Ключевые слова: проектная компетентность, проектная деятельность, агротехнологическое образование, профориентация, школьники, студенты.

Современные тенденции развития системы образования требуют от выпускников не только теоретических знаний, но и умений применять их на практике, самостоятельно решать сложные задачи, работать в команде и реализовывать проектные инициативы. Особое значение эти качества приобретают в сфере агропромышленного комплекса (АПК), где развитие инновационных технологий, рационального землепользования и экологически устойчивого производства невозможно без высококвалифицированных специалистов [1, 2].

Формированию таких качеств способствует проектная деятельность, которая позволяет обучающимся уже на ранних этапах обучения погрузиться в реальные профессиональные контексты, развить аналитическое мышление и получить опыт решения практических задач [3–5]. Именно поэтому особую актуальность приобретает разработка и внедрение механизмов формирования проектной компетентности в системе непрерывного агротехнологического образования [6].

Проектная компетентность в контексте агротехнологического образования представляет собой совокупность знаний, умений, ценностных установок и готовности к самостоятельной проектной деятельности в области сельского хозяйства и смежных отраслях [7].

Нами выделены три ключевых компонента проектной компетентности: когнитивный компонент – знание основных понятий и принципов проектной деятельности, а также

специфики отраслей АПК; деятельностный компонент – умение организовать и реализовать проект, стремление к достижению целей и постоянному совершенствованию результатов. Личностный компонент – наличие мотивации к выбору профессии, осознанного подхода к профессиональному самоопределению и развитию.

Для диагностики уровня сформированности проектной компетентности были использованы следующие методики: для оценки когнитивного компонента – анкета «Проектная деятельность и ключевые отрасли АПК региона»; для диагностики личностного компонента – методика В. Б. Успенского; для оценки деятельностного компонента – опросник «Потребность в достижении цели».

На основе полученных данных выделены три уровня сформированности проектной компетентности (таблица 1).

Таблица 1

Уровни проектной компетентности агротехнологической направленности у обучающихся

Компонент	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Когнитивный	Знание терминов, умение объяснять их содержание, приводить примеры, понимать их роль в проектной деятельности и сельском хозяйстве	Знание большинства понятий, но с недостаточно глубоким пониманием	Минимальные знания, допускаются ошибки, термины воспринимаются абстрактно
Деятельностный	Целеустремлённость, инициатива, поиск инноваций, помощь другим	Достижение целей при наличии внешней поддержки, удовлетворение достигнутым	Настойчивость минимальна, легко отказывается от задач, избегает сложностей
Личностный	Осознанный выбор профессии, планирование карьеры, уверенность в своих возможностях	Общее представление о профессии, частично основано на внешних факторах	Отсутствие ясности, зависимость от мнения окружающих, неполные знания

Мониторинг формирования проектной компетентности агротехнологической направленности осуществлялся в соответствии с ее компонентами в трех аспектах: когнитивном, деятельностном и личностном. Опытнo-экспериментальная работа была проведена в рамках деятельности сетевого проектного офиса с обучающимися МКОУ СОШ № 7 г. Слободской и МБОУ «Средняя школа № 5» г. Слободской. В исследовании принимали участие 105 учеников 10–11 классов: экспериментальная группа – 55 чел., контрольная – 50 чел.

Диагностика результатов формирования проектной компетентности агротехнологической направленности у обучающихся позволила оценить их по трём уровням: низкому, среднему, высокому. Полученные результаты обрабатывались с помощью методов математической статистики (применялся критерий хи-квадрат). По результатам статистического анализа полученных данных, начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные (после окончания эксперимента) – различаются (рисунок 1).

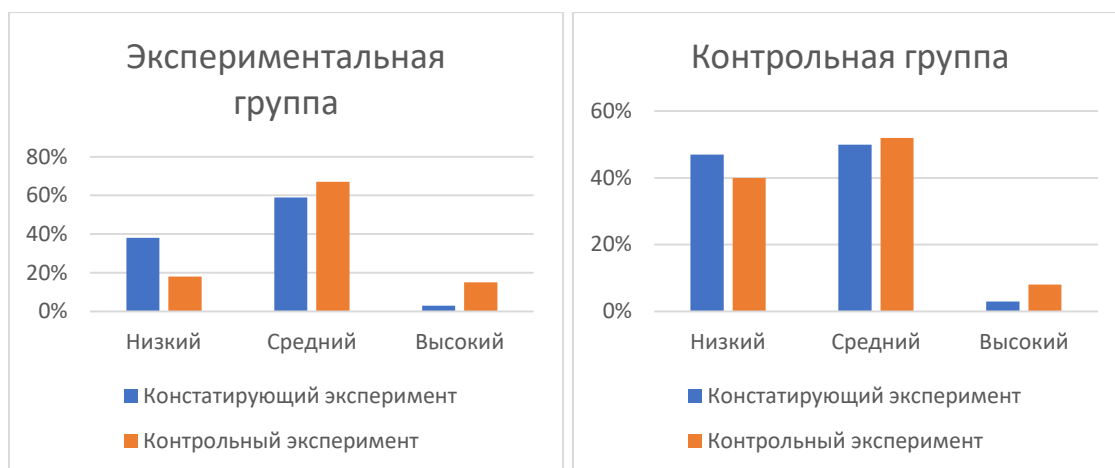


Рис. 1 Сравнительные результаты уровня проектной компетентности агротехнологической направленности у обучающихся

Таким образом, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения. Полагаем, что актуальность формирования проектной компетентности в системе непрерывного агротехнологического образования будет и впредь повышаться. Перспективные направления дальнейших исследований по рассматриваемой тематике связаны с применением новых цифровых технологий.

Библиографический список

1. Власова, Т. А. Механизм управления формированием кадрового потенциала аграрного сектора экономики / Т. А. Власова // Проблемы экономического роста и устойчивого развития территорий : материалы V международной научно-практической интернет-конференции, в 2 ч., Вологда, 18–22 мая 2020 года. – Том I. – Вологда : Вологодский научный центр Российской академии наук, 2020. – С. 119–121.
2. Чистова, Я. С. Интенсификация процесса подготовки инженеров для агропромышленного комплекса / Я. С. Чистова, Л. В. Занфирова, Т. П. Коваленок // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. – Том II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2020. – С. 492–498.
3. Козленкова, Е. Н. Использование проектного и исследовательского методов обучения при реализации профориентационных дополнительных образовательных программ / Е. Н. Козленкова, Д. О. Еприкян, А. Н. Волкова // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 17–23.
4. Волкова, А. Н. Роль проектно-исследовательской деятельности в профессиональном самоопределении обучающихся / А. Н. Волкова, Е. Н. Козленкова // Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы : сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Красноярск, 15–29 ноября 2021 года. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 69–71.
5. Назарова, Л. И. Влияние проектно-исследовательской деятельности на профессиональное самоопределение учащихся / Л. И. Назарова, А. В. Алексеев // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. – Том 292, Часть VI. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. – С. 60–64.

6. Бабиченко, В. В. Развитие сетевого взаимодействия в МБОУ СОШ № 30 при организации работы классов агротехнологической направленности / В. В. Бабиченко // Реализация агротехнологической направленности обучения: модели, ресурсы, возможности сетевого взаимодействия : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции , Краснодар, 24 ноября 2022 года. – Краснодар : ГБОУ ДПО «Институт развития образования» Краснодарского края, 2022. – С. 18–21.

7. Сивкова, Ю. С. Содержание и структура проектной компетентности обучающихся в системе непрерывного агротехнологического образования / Ю. С. Сивкова // Роль и перспективы развития языкового обучения в современном образовательном пространстве : материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Уссурийск, 18 апреля 2024 года. – Уссурийск : Приморский государственный аграрно-технологический университет, 2024. – С. 354–357.

УДК 631.363

ОНЛАЙН-КУРСЫ КАК БАЗОВЫЙ КОМПОНЕНТ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ УНИВЕРСИТЕТА

Скворцова Анна Сергеевна, методист, семейный клуб «Матрёшка», anna_ss_ss@mail.ru
Петров Иван Алексеевич, методист, семейный клуб «Матрёшка», pia18112002@mail.ru

Научный руководитель – Сима́н Алексей Сергеевич, к.п.н., доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, siman@rgau-msha.ru

Аннотация. *Онлайн-курсы играют неотъемлемую роль в текущих реалиях развития цифрового общества в целом и цифровой трансформации образования, в частности. В статье описаны возможности платформы Moodle и особенности организации мониторинга образовательных результатов студентов.*

Ключевые слова: *онлайн-образование, цифровая трансформация образования, онлайн-курс, онлайн-обучение, LMS Moodle, тестирование, мониторинг образовательных результатов студентов.*

В современном образовательном стандарте от 30 декабря 2017 года ФГОС ВО (3++) онлайн-обучение рассматривается как важный компонент образовательного процесса. В стандартах содержатся рекомендации по разработке и реализации онлайн-курсов, включая использование различных форматов и методов обучения. Онлайн-курсы играют важную роль в процессе обучения, предоставляя доступ к образованию широкой аудитории. Они позволяют каждому обучающемуся независимо от местоположения и времени суток изучать учебный материал [1].

С развитием технологий и увеличением популярности онлайн-образования, возросла необходимость в контроле его качества, который, в свою очередь, предполагает регулирование самого процесса обучения, его организации, применяемых средств и, соответственно, знаний обучающихся. Таким образом, мониторинг образовательных результатов стал важной частью процесса обучения. Эффективный мониторинг позволяет не только оценить успехи студентов, но и улучшить качество онлайн-курсов.

Мониторинг предполагает процесс систематического сбора, анализа и оценки данных о ходе обучения и результатах обучающихся. Он позволяет:

- оценивать эффективность обучения и определять, насколько хорошо обучающиеся усвоили материал;
- индивидуализировать учебную траекторию обучающегося, выявляя слабые места и предлагая дополнительные ресурсы;
- улучшать курс, поскольку на основе собранных данных разработчик может видеть недоработки и ошибки, своевременно их исправлять и дополнять свои дидактические материалы.

Мониторинг образовательных результатов в онлайн-курсах может предполагать тестирование и контрольные работы, анализ активности студентов, обратную связь и портфолио работ. Тестирование является наиболее популярным, удобным и эффективным методом мониторинга. Оно предоставляет возможность объективно оценивать знания, поскольку результаты тестов основаны на конкретных ответах и критериях оценки. Сами тесты могут быть стандартизированы, что позволяет сравнивать знания обучающихся на основе общих критериев. Процесс тестирования – это также наиболее быстрый способ оценить то, чему обучились большое количество студентов. На основе полученных результатов преподаватель получает обратную связь и понимает, какие вопросы/темы не понятны обучающимся, и может скорректировать свою дальнейшую работу [2].

Несмотря на важность мониторинга, существуют и определенные проблемы:

- технические ограничения: не все платформы предоставляют необходимые инструменты для мониторинга;
- нехватка времени: преподаватели могут не успевать анализировать данные и предоставлять обратную связь.

Сейчас существует огромное множество программ для подготовки, организации и проведения тестирования. Рассмотрим более подробно систему мониторинга на примере платформы Moodle.

Moodle – это платформа для управления обучением (LMS), которая предоставляет средства для создания онлайн-курсов и управления учебным процессом. Moodle является одной из самых популярных систем управления обучением и широко используется в образовательных учреждениях, корпоративном обучении, организациях и других сферах. Эта платформа позволяет создавать не только онлайн-курсы, но и презентации, различные файлы, опросники, осуществлять контроль знаний студентов, проводить мониторинг для анализа процессов на уровне отдельного электронного учебного курса или системы в целом.

Платформа Moodle имеет обширный инструментарий для создания тестов. Одним из преимуществ этой системы в области тестирования является то, что она позволяет преподавателю разрабатывать практически все известные типы тестов: множественный выбор, альтернативный выбор, числовой вопрос, вычисляемый, вложенные вопросы, вопрос на соответствие, короткий ответ, эссе. Также при составлении тестовых вопросов есть возможность интеграции в них рисунков, видеороликов, формул.

Организация мониторинга в LMS Moodle позволяет преодолеть и ряд существующих на сегодняшний день противоречий, например, между сложностью самого процесса мониторинга и низким уровнем владения методами статистического анализа у большинства преподавателей.

Во время выполнения учебных заданий в LMS Moodle осуществляется контроль за учебной деятельностью студентов, который помогает выявить и своевременно устранить возможные отклонения результатов деятельности студентов от запланированных целей [3].

Контроль полученных обучающимися знаний, сформированных умений и навыков осуществляется с помощью тестовых заданий, состоящих из вопросов различного типа [4, 5], и включает в себя несколько этапов:

- внеаудиторное самостоятельное выполнение тестовых заданий (как правило, это небольшие по объему и времени тесты по определенной теме);
- контрольные тестовые задания по разделам дисциплины, выполняемые студентами в аудитории;
- итоговые экзаменационные тестовые задания для прохождения промежуточной аттестации.

Диагностика результатов учебной деятельности студентов в LMS Moodle проводится посредством оценки отдельных элементов курса, отображаемых в журнале оценок. При этом преподаватель имеет возможность настраивать журнал оценок и отчёты, устанавливать шкалы оценивания, создавать категории и элементы для оценки [6].

Анализируя данные отчетов об оценках и активности студентов, можно получить информацию и сделать выводы о ходе их учебной деятельности. Полный отчет по каждому студенту включает сведения о входах в систему, что позволяет также контролировать посещаемость аудиторных занятий через электронный журнал. Портал позволяет следить за работой студентов с отдельными элементами курсов. Таким образом, преподаватель может постоянно отслеживать учебную деятельность студента и при необходимости вносить коррективы [1, 7].

Преимущество мониторинга образовательных результатов студентов в системе ELMS Moodle заключается в возможности своевременного и точного отслеживания прогресса каждого обучающегося. Это позволяет преподавателям оперативно выявлять успешность освоения учебного материала, обнаруживать трудности и при необходимости корректировать учебный процесс. Такой мониторинг способствует повышению качества обучения, обеспечивает индивидуальный подход к студентам и помогает достигать поставленных образовательных целей более эффективно.

Библиографический список

1. Будникова, И. К. Использование сервисов Moodle в оценке качества образовательного процесса / И. К. Будникова, Е. В. Приймак // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 11. – С. 123–126.
2. Мельникова, А. Я. Опыт организации тестирования на платформе Moodle / А. Я. Мельникова, И. К. Кириллова, О. И. Ваганова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2020. – № 3 (226). – С. 99–105.
3. Басев, И. Н. Мониторинг учебной деятельности студентов в LMS Moodle (на примере дисциплины «Информатика») / И. Н. Басев, Л. В. Голунова // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. – 2019. – № 2 (6). – С. 29–36.
4. Кубрушко, П. Ф. Основы педагогической деятельности : учебник / П. Ф. Кубрушко, М. В. Шингарева, А. С. Симан. – Москва : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2022. – 144 с.
5. Симан, А. С. Мониторинг качества подготовки студентов по учебным дисциплинам в вузе / А. С. Симан, М. В. Шингарева // Доклады ТСХА : материалы международной научной конференции, Москва, 05–07 декабря 2017 года. – Т. 290, Ч. 3. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. – С. 414–416.

6. Кубрушко, П. Ф. Подготовка педагогов профессионального обучения к работе в электронной информационно-образовательной среде / П. Ф. Кубрушко, Д. О. Еприкян // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2022. – № 4 (85). – С. 20–25.

7. Грабарник, Е. В. Практика использования системы LMS Moodle / Е. В. Грабарник // Молодёжная наука 2024: технологии инновации: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, посвящённой Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации. В 4-х частях, Пермь, 08–12 апреля 2024 года. – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2024. – С. 198–201.

УДК 377.1

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДХОДА В УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ КОЛЛЕДЖА

Старых Екатерина Сергеевна, младший специалист ПАО «ПСБ», ses01062002@mail.ru

Научный руководитель – Назарова Людмила Ивановна, к.п.н., доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, nazarova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты реализации индивидуального подхода в учебно-воспитательной работе колледжа. Анализируются педагогические методы, позволяющие учитывать личностные особенности студентов, их образовательные потребности и уровень подготовки. Особое внимание уделяется технологиям дифференцированного обучения, психолого-педагогическому сопровождению и адаптации образовательных программ.

Ключевые слова: индивидуальный подход, учебно-воспитательная работа, колледж, дифференцированное обучение, психолого-педагогическое сопровождение, мотивация студентов.

Современная система профессионального образования переживает период трансформации, связанный с необходимостью перехода от традиционных, унифицированных подходов к обучению к персонализированным образовательным моделям [1]. В условиях стремительного развития технологий и изменяющихся требований рынка труда особую актуальность приобретает проблема реализации индивидуального подхода в учебно-воспитательной работе колледжей [2].

Индивидуализация образовательного процесса рассматривается сегодня не просто как педагогическая методика, а как стратегическая необходимость, позволяющая максимально раскрыть потенциал каждого обучающегося. Исследования последних лет убедительно демонстрируют, что учет личностных особенностей студентов, их когнитивных стилей и профессиональных склонностей существенно повышает эффективность образовательного процесса [3, 4].

Особую значимость индивидуальный подход приобретает в системе среднего профессионального образования, где за сравнительно короткий срок (3–4 года) необходимо не только дать студентам профессиональные компетенции, но и сформировать у них способность к саморазвитию и непрерывному обучению. При этом современные студенты колледжей представляют собой крайне неоднородную группу по уровню базовой подготовки, мотивации и социальным характеристикам, что делает проблему индивидуализации обучения особенно актуальной.

В контексте реализации ФГОС СПО нового поколения, ориентированных на компетентностный подход и практико-ориентированное обучение, разработка эффективных механизмов индивидуализации учебно-воспитательного процесса становится одной из ключевых задач педагогических коллективов колледжей [5]. Однако, как показывают исследования, многие образовательные организации сталкиваются с трудностями при внедрении индивидуальных образовательных траекторий, связанными как с организационными, так и с методическими аспектами [6].

В данной статье рассматриваются теоретические основы и практические механизмы реализации индивидуального подхода в условиях колледжа, анализируются наиболее эффективные педагогические технологии дифференцированного обучения, а также представлены результаты эмпирического исследования, демонстрирующие влияние индивидуализации образовательного процесса на академическую успеваемость и профессиональное становление студентов.

Индивидуальный подход в педагогике базируется на принципах личностно ориентированного обучения [3, 6]. Он предполагает:

- диагностику уровня знаний и способностей студентов;
- дифференциацию заданий по сложности и форме;
- учет познавательных стилей (визуалы, аудиалы, кинестетики);
- психолого-педагогическую поддержку.

В колледже индивидуальный подход реализуется через:

- 1) гибкие образовательные траектории – выбор элективов, дополнительных курсов;
- 2) проектную деятельность – выполнение индивидуальных и групповых заданий с учетом интересов;
- 3) менторство и тьюторство – сопровождение студентов с особыми образовательными потребностями [7].

Для оценки эффективности индивидуального подхода в колледже было проведено исследование, включающее: анкетирование студентов (120 чел.); анализ успеваемости до и после внедрения персонализированных методик; наблюдение за динамикой мотивации.

Данные исследования показали, что применение индивидуального подхода способствует:

- повышению успеваемости на 15–20 %;
- росту заинтересованности в обучении у 78 % студентов;
- снижению уровня тревожности у учащихся с низкой академической успешностью.

Как видно из представленных данных (таблица 1), внедрение индивидуального подхода в экспериментальной группе привело к значительному росту успеваемости по сравнению с контрольной группой, где традиционные методы обучения оставались неизменными. Средний балл студентов экспериментальной группы повысился на 16,2 %, в то время как в контрольной группе динамика оказалась незначительной (2,6 %). Эти результаты подтверждают эффективность персонализированного обучения в условиях колледжа.

Таблица 1

Влияние индивидуального подхода на успеваемость студентов

Группа	Средний балл (до)	Средний балл (после)	Рост, %
Контрольная	3,8	3,9	2,6
Экспериментальная	3,7	4,3	16,2

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует, что применение индивидуального подхода в учебно-воспитательной работе колледжа способствует существенному повышению академической успеваемости. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего внедрения дифференцированных методик, адаптивных образовательных программ и психолого-педагогического сопровождения для максимального раскрытия потенциала каждого студента.

Реализация индивидуального подхода в учебно-воспитательной работе колледжа позволяет повысить качество образования, адаптировать обучение под потребности студентов и усилить их мотивацию. Ключевыми условиями успешности являются гибкость образовательных программ, психолого-педагогическая поддержка и использование современных педагогических технологий.

Библиографический список

1. Инновационные направления профессиональной подготовки в России и за рубежом : коллективная монография / Ю. А. Копылов, Е. И. Чернышева, И. А. Алексеева [и др.]. – Ульяновск : Издательство «Зебра», 2024. – 540 с.
2. Профессиональное образование: методология, технологии, опыт внедрения / Е. Н. Трофимов, В. А. Жидких, Н. Н. Лагушева [и др.]. – Москва : ИД Университетская книга, 2022. – 234 с.
3. Личностно-развивающий подход в общем и профессиональном образовании / В. В. Сериков, А. Ж. Овчинникова, Э. П. Комарова, К. М. Гайдар. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2025. – 220 с.
4. Коваленок, Т. П. Когнитивно-деятельностный стиль как фактор успешности профессионального обучения / Т. П. Коваленок // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2019. – № 5 (93). – С. 46–50.
5. Шингарева, М. В. Подготовка педагогических кадров для системы среднего профессионального образования / М. В. Шингарева, А. С. Симан, Ю. А. Атапина // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2023. – № 5 (92). – С. 42–47.
6. Хуторской, А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Народное образование. – 2017. – № 2. – С. 58.
7. Фетисова, А. И. Психолого-педагогические особенности инклюзивного обучения слабослышащих студентов колледжа / А. И. Фетисова // Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024 : сборник трудов, приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции, Москва, 20 ноября 2024 года. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 219–222.

УДК 378.14;378.126:004.8

ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Тарасов Денис Алексеевич, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, denstar02@gmail.com

Научный руководитель – **Кубрушко Петр Федорович**, д.п.н., профессор, чл.-корр. РАО, заведующий кафедрой педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, pkubrushko@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается уровень готовности студентов и преподавателей к внедрению технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс высших учебных заведений. Выявлены преимущества и вызовы, связанные с использованием искусственного интеллекта, а также определены основные барьеры и пути их преодоления. Особое внимание уделено необходимости формирования цифровой грамотности участников образовательного процесса, в том числе возможность критически подходить к решению возникающих трудностей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшее образование, цифровая грамотность, преподаватели, студенты, образовательные технологии, цифровая трансформация образования.

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) оказывает значительное влияние на сферу высшего образования, находящегося в процессе цифровой трансформации. Учебные заведения стремятся интегрировать искусственный интеллект в учебный процесс с целью повышения качества обучения, персонализации образовательных траекторий и оптимизации работы преподавателей. Происходит это за счет перераспределения нагрузки рутинных процессов с педагогов на искусственный интеллект. Однако успешная реализация такого подхода зависит от уровня готовности участников образовательного процесса к принятию и использованию искусственного интеллекта. Кроме того, важно учитывать культурные, организационные и технические аспекты, которые могут существенно влиять на успешность цифровой трансформации в образовательных организациях [1].

Искусственный интеллект способен трансформировать традиционные образовательные практики: интеллектуальные обучающие системы, адаптивные платформы, автоматизированная проверка знаний, аналитика обучающихся и генеративные технологии открывают новые возможности для индивидуализации обучения и управления образовательным процессом [2]. Применение ИИ также способствует более глубокому анализу успеваемости студентов, позволяет прогнозировать риски академической неуспеваемости и адаптировать методики преподавания под конкретные потребности аудитории. Наиболее активно ИИ используется в онлайн-обучении, что особенно актуально в условиях гибридного и дистанционного форматов образовательного взаимодействия [3, 4].

Современные студенты, как правило, имеют высокий уровень цифровой грамотности и демонстрируют положительное отношение к использованию ИИ. Согласно отчету EDUCAUSE, большинство студентов используют ИИ-технологии для поддержки учебной деятельности и считают их полезными [5]. Однако остаются проблемы, связанные с некритичным восприятием результатов работы ИИ, а также с зависимостью от цифровых помощников при выполнении заданий. Часть студентов может использовать ИИ-инструменты неэтично, например для генерации ответов на экзаменах или написания работ без должного анализа. Это требует пересмотра как учебных стратегий, так и механизмов оценки знаний.

Исследования показывают, что преподаватели относятся к ИИ менее однозначно. Молодые специалисты чаще демонстрируют интерес и вовлеченность, тогда как преподаватели с длительным стажем нередко проявляют настороженность из-за недостатка знаний, опыта или из-за этических соображений. Согласно отчету OECD, многие преподаватели испытывают дефицит методической и институциональной поддержки при

интеграции ИИ в образовательную практику. Преподаватели также нуждаются в правовых и этических ориентирах, поскольку технологии ИИ поднимают сложные вопросы ответственности, достоверности, конфиденциальности и соблюдения авторских прав [6].

Среди основных барьеров использования ИИ можно выделить:

- недостаток цифровых компетенций у всех участников образовательного процесса [7] и критического мышления;
- отсутствие четкой регламентации применения ИИ в образовательной деятельности;
- недоверие к результатам, полученным с использованием ИИ;
- этические и юридические риски (например, плагиат, вопросы авторства и конфиденциальности);
- технические ограничения, включая слабую ИТ-инфраструктуру в ряде вузов. Важно подчеркнуть, что устранение этих барьеров требует не только финансовых вложений, но и стратегического подхода со стороны образовательных учреждений.

Для успешного внедрения ИИ в образование необходимы:

- 1) разработка и реализация курсов повышения квалификации для преподавателей;
- 2) включение в учебные программы дисциплин по цифровой и ИИ-грамотности;
- 3) обеспечение технической поддержки и доступ к ИИ-инструментам;
- 4) создание этического кодекса и регламентов использования ИИ в учебном процессе;
- 5) формирование культуры академической честности и цифровой этики у студентов;
- 6) применение смешанных моделей обучения с участием ИИ-платформ и преподавателя [6].

Только при комплексной реализации этих мер можно добиться устойчивых результатов и повышения качества образования.

Таким образом, повышение готовности студентов и преподавателей к использованию ИИ требует комплексного подхода, включающего просвещение, методическую поддержку, развитие цифровых и критических компетенций. Только при осознанном и регулируемом внедрении ИИ возможно достижение качественного улучшения образовательного процесса в вузах. Важно также развивать исследования в области образовательных технологий и собирать эмпирические данные, которые позволят формировать эффективные стратегии цифровой трансформации.

Библиографический список

1. Селезнев, А. И. Цифровая трансформация образования: вызовы и перспективы / А. И. Селезнев, Н. В. Костина // Высшее образование в России. – 2022. – № 2. – С. 43–51.
2. ЮНЕСКО. Искусственный интеллект и образование: Руководство для политиков. – Париж : ЮНЕСКО, 2021. – 45 с.
3. Holmes, W. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning / W. Holmes, M. Bialik, C. Fadel. – Boston : Center for Curriculum Redesign, 2019. – 37 p.
4. McKinsey & Company. How generative AI is reshaping education. – Harvard Business School Publishing, 2024. – 42 p.
5. McCormack, M. 2023 Students and Technology Report: Flexibility, Choice, and Equity in the Student Experience. Research report. – Boulder, CO : EDUCAUSE, August 2023. – URL: <https://www.educause.edu/ecar/research-publications/2023/students-and-technology-report-flexibility-choice-and-equity-in-the-student-experience/introduction-and-key-findings>
6. OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots. – Paris : OECD Publishing, 2021. – URL: <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>.

7. Симан, А. С. Цифровые технологии в образовании: преимущества, вызовы и перспективы / А. С. Симан // Российский научный вестник. – 2024. – № 12. – С. 205–208.

УДК 378.126: 004.8

ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ФОРМАТЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Тарасов Денис Алексеевич, аспирант кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, denstar02@gmail.com

Научный руководитель – Кубрушко Петр Федорович, д.п.н., профессор, чл.-корр. РАО, заведующий кафедрой педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, pkubrushko@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются существующие методики, технологии и перспективы развития онлайн-подготовки педагогов профессионального обучения в условиях цифровой трансформации образования, а также предложена концепция онлайн-платформы для обучения педагогов возможностям применения искусственного интеллекта в профессионально-педагогической деятельности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, онлайн-платформы, педагог профессионального обучения, цифровые технологии, цифровая трансформация образования.

В условиях цифровой трансформации образования современные технологии и методики онлайн-обучения становятся неотъемлемой частью подготовки педагогов. Особое внимание уделяется инновационным решениям, таким как искусственный интеллект (ИИ), системы управления обучением (LMS) и гибридные форматы обучения, которые значительно расширяют возможности образовательного процесса [1, 2]. Однако успешное внедрение этих технологий требует комплексного анализа их преимуществ, этических аспектов и примеров применения на практике.

Ключевыми технологиями в данной области выступают ИИ, LMS и гибридные форматы обучения. Искусственный интеллект активно применяется в разработке адаптивных систем обучения, таких как Intelligent Tutoring Systems (ITS), которые могут автоматизировать поддержку учащихся в освоении учебных дисциплин, например математики, или языковых навыков. Тем не менее использование ИИ требует сохранения контроля со стороны человека над процессами принятия решений [1].

Одним из ключевых факторов успешного внедрения онлайн-платформ является использование ИИ и LMS, которые позволяют создавать адаптивные и персонализированные обучающие среды [3].

Исследования показывают, что интеграция ИИ в мобильные образовательные платформы способствует повышению мотивации студентов и практических навыков. Например, эксперимент, проведенный среди 120 студентов университета Сюйчжоу, продемонстрировал стабильное увеличение заинтересованности в обучении: процент студентов, отметивших высокую заинтересованность, вырос с 5,01 % до 24,85 % за 8 недель [4].

Мобильные платформы с интеграцией ИИ могут адаптировать контент под индивидуальные потребности студентов в режиме реального времени. Такие технологии,

как чат-боты, обеспечивают мгновенную обратную связь, создавая более динамичную и интерактивную среду обучения. В какие-то образовательные платформы уже интегрированы чат-боты, однако массовый характер это пока не приобрело.

Такой подход имеет особое значение для подготовки преподавателей высших учебных заведений, так как позволяет им развивать навыки работы в цифровой обучающей среде. Кроме того, ИИ помогает отслеживать прогресс студентов и предоставлять целевые рекомендации по учебным материалам. Успешные примеры применения таких методов можно наблюдать в обучении английскому языку, где адаптивные системы способствовали значительному улучшению навыков понимания и логического мышления [4].

Таким образом, современные технологии и методики онлайн-обучения для педагогов представляют собой мощный инструмент для повышения качества образования. Однако их успешное внедрение требует комплексного подхода, учитывающего технические, этические и культурные аспекты [5, 6]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование методик адаптации контента, минимизацию алгоритмических рисков и развитие межкультурной компетентности педагогов через цифровые платформы.

В процессе исследования была разработана онлайн-платформа для подготовки педагогов профессионального обучения к использованию ИИ в образовательной деятельности [7]. Данная платформа дает возможность действующим преподавателям, а также студентам – будущим педагогам профессионального обучения проходить курсы, позволяющие повысить уровень и качество взаимодействия с технологиями искусственного интеллекта в своей работе.

На платформе реализован курс, целью которого является обучение педагогов и студентов эффективно применять искусственный интеллект в образовательной деятельности, повышая качество обучения и персонализацию образовательного процесса.

Курс состоит из 8 учебных модулей, в каждом из которых от трех до пяти тем. Пример темы представлен на рисунке 1.

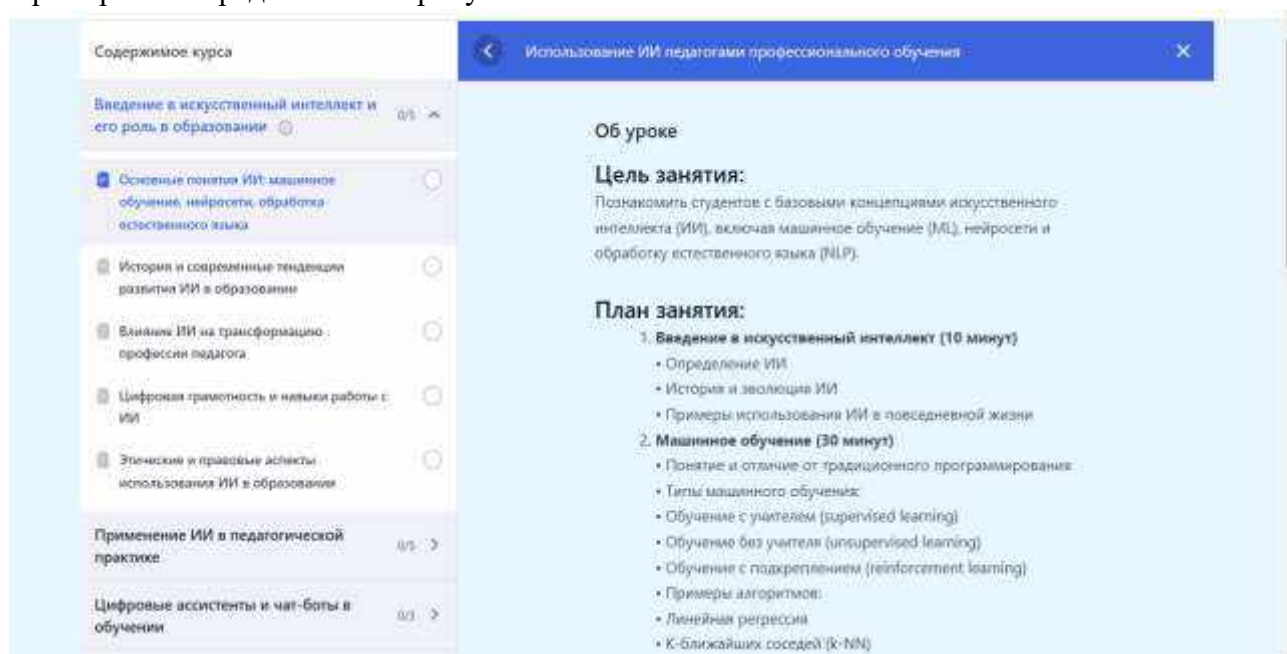


Рис. 1 Фрагмент занятия по теме

Структурно курс включает в себя следующие разделы:

Модуль 1. Введение в искусственный интеллект и его роль в образовании

• Основные понятия ИИ: машинное обучение, нейросети, обработка естественного языка.

- История и современные тенденции развития ИИ в образовании.
- Влияние ИИ на трансформацию профессии педагога.
- Цифровая грамотность и навыки работы с ИИ.
- Этические и правовые аспекты использования ИИ в образовании.

Модуль 2. Применение ИИ в педагогической практике

- Виртуальные помощники и чат-боты в образовательной деятельности.
- Инструменты ИИ для автоматизации рутинных задач педагога (проверка работ, расписания, отчетность).
- Генерация учебных материалов с помощью ИИ.
- Разработка адаптивных учебных курсов и индивидуальных образовательных траекторий.
- Использование ИИ в оценке знаний и мониторинге прогресса студентов.

Модуль 3. Цифровые ассистенты и чат-боты в обучении

- Создание и настройка чат-ботов для ответов на вопросы студентов.
- Виртуальные репетиторы и их роль в поддержке обучающихся.
- Работа с голосовыми помощниками и интеллектуальными системами поддержки студентов.

Модуль 4. Инструменты ИИ для автоматизации рутинных задач

- Автоматизация проверки работ
- Планирование занятий и создание материалов
- Управление обучением и коммуникация

Модуль 5. Искусственный интеллект для разработки адаптивных курсов и индивидуальных образовательных траекторий

- Использование ИИ для оценки уровня знаний студентов
- Разработка адаптивных образовательных курсов
- Индивидуальные образовательные траектории с ИИ

Модуль 6. Искусственный интеллект для педагогической аналитики

- Сбор и анализ данных об успеваемости студентов.
- Выявление проблемных зон в обучении с помощью ИИ.
- Прогнозирование результатов обучения и адаптация курсов.

Модуль 7. Практическое использование ИИ в создании учебного контента

- Генерация текстов, тестов и заданий с помощью ИИ-инструментов.
- Использование ИИ в создании видеолекций, инфографики и интерактивных курсов.
- Автоматизация проверки работ и создание интеллектуальных систем оценки.

Модуль 8. Разработка и внедрение ИИ-решений в образовательной среде

- Обзор платформ и сервисов с ИИ для педагогов.
- Планирование внедрения ИИ в образовательный процесс.
- Интеграция ИИ-инструментов в существующие образовательные платформы.
- Практические кейсы и разбор успешных примеров использования ИИ в обучении.

После прохождения курса педагоги смогут грамотно использовать ИИ для автоматизации рутинных задач, создавать персонализированные образовательные маршруты, анализировать учебный процесс с помощью ИИ, а также этично и безопасно применять ИИ в обучении.

Этот курс поможет педагогам профессионального обучения не только адаптироваться к современным цифровым реалиям, но и значительно повысить качество образовательного процесса.

Таким образом, подготовка педагогов профессионального обучения через онлайн-платформы представляет собой многообещающее направление, которое активно развивается

под влиянием цифровизации образования. В условиях стремительного технологического прогресса искусственный интеллект, системы управления обучением и гибридные форматы обучения становятся ключевыми элементами, способствующими созданию персонализированных и адаптивных образовательных программ.

Дальнейшее развитие теории и практики онлайн-подготовки педагогов требует реализации междисциплинарного подхода, объединяющего достижения современных технологий, педагогики и психологии. Для успешной реализации этой задачи необходимо продолжать исследования, направленные на совершенствование методик обучения, минимизацию алгоритмических рисков и повышение цифровой компетентности преподавателей. Только при условии решения выявленных проблем и учета долгосрочных последствий внедрения новых технологий можно достичь качественного скачка в подготовке педагогических кадров, способных эффективно работать в цифровой среде.

Библиографический список

1. Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations / U. S. Department of Education, Office of Educational Technology. – Washington, 2023. – 48 p. – URL: <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>
2. Семенихина, Д. С. Современные образовательные технологии в контексте цифровой трансформации образования / Д. С. Семенихина, Е. Н. Козленкова // Модернизация современного образования и совершенствование педагогической деятельности : материалы международной научно-практической конференции, Москва, 27–29 июня 2024 года. – Москва : ООО «Социально-культурная инициатива», 2024. – С. 78–83.
3. Симан, А. С. Цифровые технологии в образовании: преимущества, вызовы и перспективы / А. С. Симан // Российский научный вестник. – 2024. – № 12. – С. 205–208.
4. Guo, S. Leveraging AI-enabled mobile learning platforms to enhance the effectiveness of English teaching in universities / Shanshan Guo, Huzaina Binti Abdul Halim, Mohd Rashid Bin Mohd Saad // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 15873. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-00801-0>
5. Кубрушко, П. Ф. Формирование цифровой компетентности преподавателя колледжа в процессе непрерывного образования / П. Ф. Кубрушко, М. В. Шингарева, Ю. А. Атапина // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 78–84.
6. Кривчанский, И. Ф. Проектирование электронных образовательных ресурсов в профессионально-педагогической деятельности преподавателя аграрного вуза / И. Ф. Кривчанский, Д. О. Еприкян // Проблемы продовольственной безопасности (EPFS 2023) : материалы Международной научно-практической конференции : В 2-х частях, Горки, 19–21 января 2023 года. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 229–234.
7. Denstar AI Course. – URL: <http://denstar-online.ru>

УДК 377.1

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Тарасова Елизавета Алексеевна, преподаватель экономических дисциплин ГБПОУ МО «Ступинский техникум имени А.Т. Туманова», tarasova_liza@rambler.ru

Шингарева Марина Валентиновна, к.п.н., доцент, доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, shingareva@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема оценки учебных достижений обучающихся в условиях смешанного обучения, сочетающего онлайн-формат с традиционными очными занятиями. Особое внимание уделяется необходимости комплексного подхода к оцениванию результатов как в цифровой среде, так и в аудитории, обеспечению объективности, прозрачности и учету индивидуальной активности обучающихся.

Ключевые слова: методы оценки, смешанное обучение, дистанционные образовательные технологии, электронные образовательные ресурсы.

В современном обществе цифровые технологии охватили все сферы жизнедеятельности человека, в том числе не стала исключением и сфера образования. За последние пять лет в процесс образования стали активно внедрять дистанционные технологии, которые трансформируют и дополняют традиционные подходы к обучению. Данный процесс обусловлен различными факторами, главные из них:

- пандемия COVID-19;
- технологический прогресс, связанный с развитием интерактивных платформ, онлайн-курсов, искусственного интеллекта;
- индивидуализация, которая заключается в том, что с помощью дистанционных технологий можно обучаться в любое удобное время в удобном темпе;
- доступность (онлайн-обучение позволяет не тратить денежные средства и время на дорогу до места обучения, а также даёт возможность получать образование людям с ограниченными возможностями здоровья);
- экономическая эффективность (преподавателю не нужно готовить раздаточный материал, а достаточно разместить его на платформе в свободном доступе для обучающихся).

Несмотря на очевидные преимущества дистанционных технологий, облегчающих получение знаний, остаются пока не решёнными многие проблемы: сложности с оценкой реального уровня знаний обучающегося, недостаточная цифровая грамотность, сниженный уровень социализации и мотивации к обучению [1]. Для предотвращения негативных последствий используется смешанное обучение, когда образовательные организации используют в процессе изучения дисциплин сильные стороны традиционного обучения (дискуссии, лабораторные занятия, семинары) и онлайн-курсы [2, 3].

Термин «смешанное обучение» стал использоваться в профессиональной литературе с конца 90-х годов XX столетия. Профессор К. Дж. Бонк и его коллега Ч. Р. Грэхем первыми дали определение смешанного обучения через призму исторического развития и технологического прогресса, интегрируя классические и инновационные образовательные практики: смешанное обучение – это форма обучения, совмещающая традиционное обучение в ходе личного общения (лицом к лицу, face-to-face) с обучением посредством применения дистанционных технологий [4].

Дистанционные технологии в настоящее время представлены в виде современных комплексных электронных образовательных ресурсов (ЭОР), содержащих систематизированную совокупность учебных материалов различных форматов, включая: логически структурированные задания для аудиторной и самостоятельной работы,

инструменты для текущего контроля знаний, средства мониторинга учебных достижений [5, 6].

К ключевым преимуществам ЭОР относят: интеграцию теории, расширенные возможности контроля и самоконтроля, повышение мотивации к профессиональной деятельности, реализацию инновационных педагогических подходов.

Как отмечают специалисты, ЭОР должны предполагать не только получение информации, но и практическое применение знаний, а также систему аттестации. Это позволяет:

- создавать индивидуальные образовательные траектории;
- внедрять компетентностный подход;
- повышать долю самостоятельной работы обучающихся;
- обеспечивать полноценное дистанционное обучение [6].

Основными функциями ЭОР, способствующими реализации традиционной формы обучения, являются: трансформация взаимодействия участников образовательного процесса; персонализация учебного процесса; расширение образовательного контента.

Однако наличие теоретических преимуществ не гарантирует их практической реализации без разработки научно-методических основ системы управления качеством электронного обучения. Для достижения максимальной эффективности ЭОР должны обеспечивать:

- последовательное освоение материала;
- выполнение практических и лабораторных работ;
- мониторинг учебных достижений;
- возможность виртуальных экспериментов.

Ввиду того что в результате изучения дисциплин необходимо оценивать уровень учебных достижений, важно понимать, *что* мы должны оценивать и с помощью каких методов возможно отследить изменения знаний и умений студентов при смешанном обучении.

В отечественной педагогике выделяют следующие уровни усвоения учебной информации (по В. П. Беспалько):

1. Узнавание. Информация обучающимся воспринята, и с помощью подсказок и инструкций он может выполнить работу, связанную с ней.
2. Понимание. Обучающийся самостоятельно воспроизводит информацию и может объяснить логические связи между элементами этой информации.
3. Применение. Изученная информация является базой для решения практических задач, направленных на получение новой информации.
4. Творчество. Обучающийся может действовать в изменяющихся ситуациях, создавать при этом новую информацию, перенося приобретенные умения и навыки в новые практические ситуации [7].

С учётом функций и возможностей ЭОР становится ясно, что первый уровень может достаточно легко быть реализован при смешанном обучении: преподаватель размещает учебный материал в электронный курс и даёт интерактивные задания, например тесты с множественным выбором. Цель электронного курса в смешанном обучении – упрощать обучающимся изучение материала, то есть давать возможность изучить материалы лекций повторно и закрепить знания с помощью интерактивных заданий. Для проверки усвоения учебной информации на уровнях понимания и применения преподавателю недостаточно разработать интерактивные задания и разместить их в курсе, поскольку мы не сможем быть уверены, что студент выполнил задание самостоятельно. В таком случае преподаватель может добавлять различные интерактивные задания (тесты с различными вариантами

ответов, квизы, эссе, решение задач), но для контрольной проверки учебных достижений, на наш взгляд, необходимо опираться на традиционную форму обучения, когда в очном формате обучающиеся выполняют задания, и только в этом случае можно отследить реальный уровень их учебных достижений.

Чтобы сохранялась взаимосвязь традиционной формы обучения и применения электронного курса, мы предлагаем следующие методы оценки уровня знаний обучающихся по итогу изучения дисциплины:

1. Комбинированные контрольные работы. Письменная контрольная, включающая теоретические вопросы и практические задачи, проводится очно. Перед очным контролем студенты проходят тестирование в электронном курсе (например, автоматизированные тесты с обратной связью). Преподаватель анализирует результаты и корректирует очный контроль, уделяя внимание слабым местам.

Преимущества: учет данных онлайн-активности (время изучения тем, ошибки в тестах); возможность адаптировать очный контроль под уровень группы.

2. Защита проектов с использованием материалов электронного курса. Студенты выполняют проект (исследование, кейс, презентацию), используя материалы онлайн-курса (лекции, дополнительные источники, интерактивные задания). Защита проходит очно: студент объясняет, как применял знания из электронного курса, отвечает на вопросы.

Преимущества: оценка не только знаний, но и умений и навыков самостоятельной работы с цифровыми ресурсами; интеграция онлайн- и офлайн-обучения в единый процесс.

3. Итоговый устный экзамен с предварительной онлайн-подготовкой. Студенты проходят промежуточные тесты, выполняют задания с автоматической проверкой. Система формирует индивидуальные рекомендации по темам для повторения. На устном экзамене преподаватель задает вопросы, учитывая результаты онлайн-активности (какие темы вызвали затруднения) и способность студента аргументировать ответ, используя материалы курса.

Преимущества: объективность; минимизация списывания, так как ключевая оценка выставляется на очном этапе.

Таким образом, смешанное обучение всё более широко применяется в образовательном процессе. Его рациональная организация может способствовать высоким учебным достижениям обучающихся, но только в том случае, когда сохраняется логическая связь онлайн- и офлайн-работы обучающихся.

Библиографический список

1. Еприкян, Д. О. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов в процессе дистанционного обучения / Д. О. Еприкян // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А. Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 2. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 111–114.

2. Кубрушко, П. Ф. Модель смешанного обучения: организация педагогического процесса / П. Ф. Кубрушко, Е. Е. Лысенко, Л. И. Назарова // Инновационные проекты и программы в образовании. – 2018. – № 5. – С. 47–51.

3. Симан, А. С. Цифровые технологии в образовании: преимущества, вызовы и перспективы / А. С. Симан // Российский научный вестник. – 2024. – № 12. – С. 205–208.

4. Bonk, C. J. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs : Pfeiffer Essential resources for training and HR professionals / C. J. Bonk, Ch. R. Graham. – Wiley, 2012. – 624 p.

5. Кривчанский, И. Ф. Проектирование электронных образовательных ресурсов в профессионально-педагогической деятельности преподавателя аграрного вуза / И. Ф. Кривчанский, Д. О. Еприкян // Проблемы продовольственной безопасности (EPFS 2023) : материалы Международной научно-практической конференции: В 2-х частях, Горки, 19–21 января 2023 года. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 229–234.

6. Суворова, Т. Н. Использование дистанционных возможностей электронных ресурсов для повышения качества образования / Т. Н. Суворова // Информатика и образование. – 2014. – № 6. – С. 43–48.

7. Основы педагогической деятельности : учебник / П. Ф. Кубрушко, М. В. Шингарева, А. С. Симан. – Москва : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2022. – 144 с.

УДК 377.1:372.893

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСТОРИЯ России» В КОЛЛЕДЖЕ

Харитонова Наталья Дмитриевна, преподаватель истории ГБПОУ г. Москвы Политехнический колледж имени П.А. Овчинникова, vivien-05@mail.ru

Научный руководитель – Назарова Людмила Ивановна, к.п.н., доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, nazarova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье обоснованы возможности применения технологии смешанного обучения для преподавания дисциплины «История России», изучаемой на предвыпускных и выпускных курсах в профессиональных образовательных организациях.

Ключевые слова: смешанное обучение, индивидуальный график, колледж, среднее профессиональное образование, история России.

В современных условиях в системе образования активно используются возможности дистанционных технологий обучения, реализуемых, главным образом, с помощью цифровых технологий и сети Интернет. Такие технологии всё активнее используются и в системе среднего профессионального образования. Возможность организации такого образовательного процесса с учётом потребностей каждого обучающегося нормативно прописана в ст. 15 Федерального Закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»: «При реализации образовательных программ независимо от форм получения образования могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии» [1].

В 2024 году в программу подготовки студентов среднего профессионального образования была добавлена дисциплина «История России», рассчитанная на 32 часа. Согласно учебному плану и рабочей программе, изучение дисциплины предусмотрено на 2-м курсе для обучающихся 2 г. 10 мес., на 3-м курсе – для обучающихся 3 г. 10 мес. Для современной России крайне важны целевые ориентиры данной дисциплины: гражданское воспитание, патриотическое воспитание, духовно-нравственное воспитание. Примерная программа дисциплины рассчитана на изучение наиболее сложных и дискуссионных вопросов истории, таких как: причины Смутного Времени, Крымская война, Великая

русская революция, Индустриализация, Великая Отечественная война и др.

В течение последних лет студентов предвыпускных курсов (2-го и 3-го), а также выпускных курсов работодатели берут на работу еще на этапе обучения в колледже. Об этом говорила в феврале 2025 года Анастасия Ракова, заместитель Мэра Москвы по вопросам социального развития: «Две трети выпускников колледжей Москвы прошлого года начали работать по профессии еще во время учебы». Колледж поощряет работу по специальности и даёт студентам возможность обучаться по индивидуальному графику.

Таким образом, перед нами стоит задача адаптировать методику преподавания дисциплины «История России» для студентов как с индивидуальным графиком обучения, так и для посещающих занятия в колледже.

Учитывая сложившиеся условия, считаем целесообразным использовать технологию смешанного обучения для преподавания дисциплины «История России» в системе СПО.

В основе смешанного обучения, или *blended learning*, лежит концепция объединения технологий классно-урочной системы, или аудиторной работы, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий [2, 3].

Использование технологии смешанного обучения для преподавания дисциплины «История России» будет отличаться следующими преимуществами:

- возможность для каждого обучающегося освоить нужные знания и умения в удобном формате;
- планирование и понимание того, какую потребность обучение должно удовлетворить и какие результаты принести;
- индивидуальный контроль за обучением;
- приоритет самостоятельной деятельности обучающегося;
- гибкость образовательной траектории, возможность персонализации;
- интеграция учебно-методического контента в форматах онлайн и офлайн [4, 5].

К недостаткам смешанного обучения можно отнести недостаточно высокую мотивацию к обучению у студентов и большой объем материала для самостоятельного изучения.

Для организации смешанного обучения мы предлагаем использовать следующие методы онлайн (дистанционного) и офлайн (аудиторного) обучения:

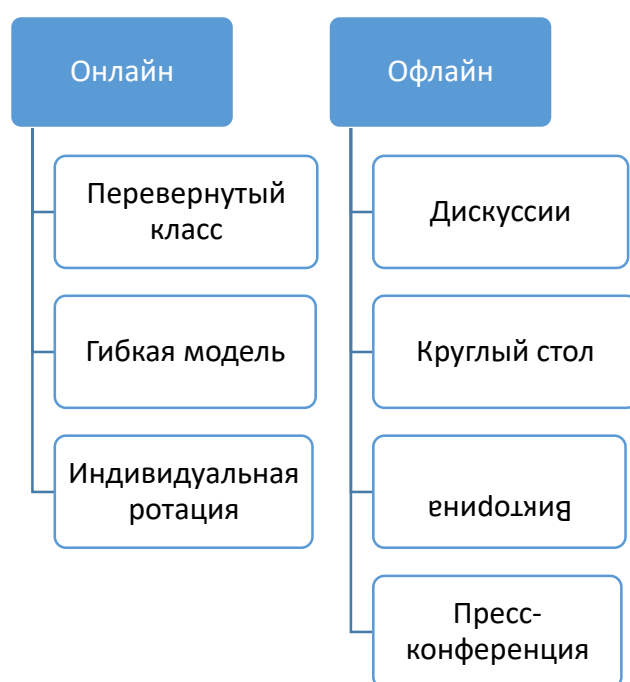


Рис. 1 Методы онлайн- и офлайн-обучения при смешанном формате

Для реализации онлайн-обучения наиболее подходящими являются следующие модели смешанного обучения:

1) «Перевернутый класс» (Flipped Classroom) – модель, в которой преподаватель предоставляет учебный материал для изучения дома, а на занятии проводит практическое подкрепление знаний обучающихся;

2) «Гибкая модель» (Flexy Model) предполагает, что каждый студент группы имеет индивидуальный учебный план, по которому происходит его обучение; необходим высокий уровень контроля обучения со стороны студента;

3) «Индивидуальная ротация» предполагает, что обучающиеся могут изучать темы по индивидуальному расписанию, установленному преподавателем или программой (алгоритмом или искусственным интеллектом).

Мы имеем несколько вариантов индивидуального обучения. Первый вариант – студент полностью обучается по индивидуальному графику, в том числе посещает офлайн-занятия по своему же графику. Второй вариант – когда студент изучает дисциплину весь семестр и посещает занятия, установленные образовательной организацией. Третий вариант – студент изучает темы в том порядке, в котором ему удобно, и посещает занятия, установленные учебной организацией.

Аудиторные занятия проводятся в форме коммуникации студентов и преподавателя.

Форма проверки освоения дисциплины – дифференцированный зачет. Для аттестации по дисциплине необходимо выполнить все онлайн-задания, а также посещать офлайн-занятия, на которых выставляются отдельные оценки по изучаемому разделу.

В 2024–2025 учебном году нами было проведено исследование на базе Политехнического колледжа имени П. А. Овчинникова, в группе ДОУ2д. Данная группа по учебному плану осваивала дисциплину «История России» в 4-м семестре (на 2-м курсе своего обучения).

Проведенное исследование показало, что внедрение смешанной модели обучения в колледжах имеет ряд существенных преимуществ, способствующих повышению качества образовательного процесса. Основные результаты исследования включают следующие моменты:

– во-первых, повышение мотивации студентов; использование цифровых ресурсов позволяет студентам самостоятельно регулировать темп изучения материала;

– во-вторых, улучшение академической успеваемости; студенты, участвующие в программах смешанного обучения, демонстрируют более высокие показатели усвоения материала и успешнее сдают экзамены;

– в-третьих, поддержка инклюзивного подхода; эта форма обучения помогает создать условия для успешной интеграции студентов с различными образовательными потребностями, включая тех, кто испытывает трудности в обучении в традиционном формате образования.

Таким образом, использование смешанного обучения в преподавании дисциплины «История России» в профессиональных образовательных организациях позволяет достичь целей обучения в заданных условиях. Перспективными направлениями данного исследования является интеграция смешанного обучения по дисциплине «История России» в систему МЭШ.

Библиографический список

1. Федеральный Закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» / Принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745> (дата обращения: 25.05.2025).
2. Нагаева, И. А. Смешанное обучение в современном образовательном процессе: необходимость и возможности / И. А. Нагаева // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2016. – № 6 (33). – С. 56–67.
3. Назарова, Л. И. Смешанное обучение как механизм цифровой трансформации профессионального образования / Л. И. Назарова, Я. С. Чистова, Н. С. Гриценко // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 6. – С. 76–79.
4. Профессиональное образование: методология, технологии, опыт внедрения / Е. Н. Трофимов, В. А. Жидких, Н. Н. Лагусева [и др.]. – Москва : ИД Университетская книга, 2022. – 234 с.
5. Симан, А. С. Цифровые технологии в образовании: преимущества, вызовы и перспективы / А. С. Симан // Российский научный вестник. – 2024. – № 12. – С. 205–208.

**СЕКЦИЯ «ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ АПК»**

УДК 94(47) “1919”

**РЕШЕНИЕ АГРАРНОГО ВОПРОСА В ДЕКЛАРАЦИИ РОССИЙСКОГО
ПРАВИТЕЛЬСТВА А.В. КОЛЧАКА (8 АПРЕЛЯ 1919 Г.)**

Миронюк Сергей Алексеевич, старший преподаватель кафедры истории Института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, privetsergey95@mail.ru

Аннотация: В настоящей статье рассматривается Декларация Российского правительства А.В. Колчака относительно решения аграрного вопроса. Она представляется одним из важных исторических документов времен Гражданской войны в России и расширяет исследовательские возможности по изучению аграрной проблемы в стране в начале XX в.

Ключевые слова: Гражданская война в России, А.В. Колчак, аграрный вопрос.

Гражданская война в России (1917–1922) тесно переплетена с решением острейшей проблемы в стране – аграрного вопроса. В начале XX в. различными политическими силами и отдельными политиками были предложены варианты его решения. Перспективы воплощения этого решения были связаны с конкуренцией между советским и белогвардейскими правительствами за привлечение на свою сторону крестьянства – или по крайней мере за его нейтралитет – во время внутрироссийского гражданского противостояния.

Для этого противоборствующими сторонами были предложены варианты решения аграрной проблемы. Один из них был отражен в Декларации Российского правительства А.В. Колчака от 8 апреля 1919 г. [1, с. 187-189]. Она появилась на фоне успешного Весеннего наступления Русской армии Верховного правителя против Рабоче-Крестьянской Красной Армии на Восточном фронте и была важной частью аграрной политики А.В. Колчака и его правительства.

Эта политика является одним из приоритетных исследовательских направлений в отечественной историографии. Она рассматривается, например, в работах В.Е. Дурноглазова, А.А. Сойникова и Е.А. Кошечкиной [2-3].

8 апреля 1919 г. на заседании Совета министров Российского правительства А.В. Колчака министром земледелия Н.И. Петровым был представлен на рассмотрение проект «Декларации Российского правительства» об основах аграрной политики, текст которого был утвержден в тот же день.

В начале документа было отмечено, что, констатируя продвижение армии в пределы Европейской части России, она приближалась «к тем коренным русским губерниям, где земля служит предметом раздоров, где никто не уверен в своем праве на землю и в возможности пожать плоды своего труда» [1, с. 187]. Российское правительство А.В. Колчака считало необходимым уверенно заявить землевладельческому населению в том, что «урожай будет принадлежать тем, кто сейчас пользуется землей, кто ее запахал и засеял» [1, с. 188]. Оно также заявляло, что «все, в чем пользовании земля сейчас находится, все, кто ее засеял и обработал, хотя бы не был ни собственником, ни арендатором имеют право собрать урожай» [1, с. 188].

Правительством будут предприниматься меры по обеспечению безземельных и малоземельных крестьян и на будущее время, «воспользовавшись, в первую очередь, частновладельческой и казенной землею, уже перешедшей в фактическое обладание крестьян» [1, с. 188]. Было обращено внимание на те земли, которые обрабатывались исключительно или преимущественно силами семьи владельцев (земли хуторян, отрубников, укрепленцев). Они подлежали возвращению их законным владельцам.

«Принимаемые меры имеют целью удовлетворить неотложные земельные нужды трудящегося населения деревни», – отмечалось в Декларации Российского правительства А.В. Колчака. По его мнению, вековой земельный вопрос окончательно будет решен Национальным собранием.

Для обеспечения крестьян землей «на началах законных и справедливых» (так в тексте – *С.М.*) правительство заявляло о недопустимости самовольных захватов казенных, общественных и частновладельческих земель; о предании суду нарушителей чужих земельных прав; о представлении в ближайшее время законодательных актов об упорядочении земельных отношений, порядке использования захваченных земель, справедливом их распределении и условиях вознаграждения прежних владельцев. Общей целью этих законов будет «передача земель нетрудового пользования трудовому населению, широкое содействие развитию мелких трудовых хозяйств без различия того, будут ли они построены на началах личного или общинного земледелия» [1, с. 188]. Наряду с этим «содействуя переходу земель в руки трудовых крестьянских хозяйств, правительство будет широко открывать возможность приобретения этих земель в полную собственность» [1, с. 188].

В заключение отмечалось, что Российское правительство А.В. Колчака «совершает этот ответственный шаг, исходя из непреклонного убеждения, что только такой решительной мерой можно возродить, укрепить и обеспечить благосостояние многомиллионного русского крестьянства, а благосостояние крестьянства есть та здоровая и прочная основа, на которой поставлена будет твердыня обновленной свободной цветущей России» [1, с. 188].

Таким образом, Декларация Российского правительства А.В. Колчака представляет интерес с точки зрения решения аграрного вопроса в годы Гражданской войны в России. По ее содержанию видно стремление его решить, но в предварительном ключе, пока не соберется Национальное собрание, чтобы окончательно решить проблему с землей. Общая идея Декларации заключалась в сохранении и защите частной собственности, а также обеспечении роста благосостояния крестьян. Однако, как показали дальнейшие события, в поддержку А.В. Колчака «население не поднималось» [4, с. 366]. Премьер-министр Великобритании Д. Ллойд Джордж считал, что «“...неудача адмирала Колчака на самом деле носила отчасти политический характер. У него не было опытных политиков, чтобы помочь ему, и в результате он настроил против себя огромное количество людей, которые изначально поддерживали его”» [5, с. 5; 6, с. 150].

Декларация Российского правительства А.В. Колчака о решении аграрного вопроса в России представляется важным историческим документом времен Гражданской войны, который расширяет возможности исследования земельного вопроса в стране в начале XX в.

Библиографический список

1. А.В. Колчак, 1874-1920: сборник документов: в двух томах. Т. 2. А.В. Колчак: верховный правитель России, 1918-1920 [Текст] / [Федеральное архивное агентство, Государственный архив Российской Федерации, Российский государственный архив

Военно-Морского флота; ответственные составители: Е.А. Балущкина и др.; ответственный редактор: Ю.Г. Орлова]. – Санкт-Петербург: Русско-Балтийский информационный центр «БЛИЦ», 2021. – 976 с.

2. Дурноглазов В.Е., Сойников А.А. Аграрная политика А.В. Колчака [Текст] / В.Е. Дурноглазов, А.А. Сойников // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2017. – Т. 11. № 1. – С. 97-101.

3. Кошечкина Е.А. Внутренняя аграрная политика правительства А. В. Колчака [Текст] / Е.А. Кошечкина // Омский научный вестник. Серия Общество. История. Современность. – 2020. – Т. 5. – № 3. – С. 20-24. – DOI 10.25206/2542-0488-2020-5-3-20-24.

4. Миронюк С.А. Британская политика интервенции в России (ноябрь 1917 г. - декабрь 1919 г.) как фактор Гражданской войны: этапы и особенности [Текст] / С.А. Миронюк // Исторический вестник. – 2024. – Т. 47. – С. 318-381. – DOI 10.35549/HR.2024.2024.47.010.

5. Миронюк С.А. Изменения в политике предоставления британской помощи белым силам в Сибири и на Юге России в июле 1919 г. и их причины (на основе протокола заседания Военного Кабинета министров от 25 июля 1919 г.) [Текст] / С.А. Миронюк // Genesis: исторические исследования. – 2019. – № 11. – С. 1-10. – DOI 10.25136/2409-868X.2019.11.31244.

6. Миронюк С.А. Интервенция в Россию в политических дискуссиях правящих кругов Великобритании (1917-1919 гг.): диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук; 07.00.02 [Текст] / Миронюк С.А. – Москва, 2021. – 200 с.

УДК 631.158:378

ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНАЯ ЭТИКА А.В. ЧАЯНОВА

Дунаева А.В., канд. филос. наук, ст. преподаватель ФГБОУ ВО ПГАУ, dunaeva.a.v@pgau.ru.

Аннотация: В статье рассматривается эколого-социальная и этическая составляющая в трудах А.В. Чаянова. Системный подход к анализу экономических и социальных отношений, развитый в его работах, позволяет рассматривать А.В. Чаянова как предтечу многих современных идей гармонизации отношений между человеком и природой.

Ключевые слова: А.В. Чаянов, хозяйство, этика, экология, природа, крестьянство.

В 1925 году, ровно столетие назад, был опубликован один из фундаментальных трудов выдающегося ученого-аграрника, экономиста, социолога А.В. Чаянова «Организация крестьянского хозяйства». Пережив годы забвения, научного возрождения и активной популяризации, идеи А.В. Чаянова сегодня, в завершении первой четверти XXI века, оказываются вдохновляющим источником осмысления сложной взаимосвязанности социально-экономических, эколого-этических и культурных процессов.

Изобилуя статистическими и экономическими выкладками, расчетами, сравнительными данными, «Организация крестьянского хозяйства» представляет собой

статическую (сам исследователь неоднократно обосновывает необходимость именно такого подхода, противопоставляя его популярным динамическим моделям) теорию крестьянского хозяйства как учения об одной из организационных форм частно-хозяйственного предприятия [6, с. 13].

Большинство исследователей научного и творческого наследия Александра Васильевича отмечают, что хотя многие актуальные сегодня понятия и термины не были собственно им сформулированы, но во многом они были им предвосхищены. Не имея непосредственного социально-философского и эколого-этического характера, исследования А.В. Чаянова пронизаны идеями системной взаимосвязанности и кросс-культурной этики, экологической целесообразности и социальной умеренности. Как отмечено в работе А.В. Бондаренко, Н.В. Мижаревой и И.В. Нигматуллиной, представление о сущности моральной экономики впервые обозначено именно в работах А.В. Чаянова, поскольку в крестьянском трудовом хозяйстве «отсутствует основа индивидуалистического подхода к производству и эгоизму в трудовой деятельности [1, с. 28]. «Задачей крестьянского трудового хозяйства является доставление средств хозяйствующей семье путём наиболее полного использования имеющихся в её распоряжении средств производства и рабочей силы самой семьи» [1, с. 28]. В таком случае распределение результатов труда, как минимум происходит на морально-нравственной основе» [1, с. 28].

На это же обстоятельство обратили внимание Л.А. Журавлева и Е.В. Зарубина, отмечая, что «под “моральной экономикой” исследователь понимал систему целей, ценностей, норм и мотивов трудовой деятельности крестьянской семьи как прообраза “трудовой артели”. ...Он подчеркивал, что труд крестьянских хозяйств ...является не предпринимательской деятельностью, а частью образа жизни крестьян» [3, с. 79].

Крестьянство представлялось Чаянову особым типом общества, отличающимся высоким уровнем самостоятельности, духом общинности и связанности с землей. Во многом из этой связанности и вырастает то, что современные исследователи могут обозначить как эколого-социальную этику. А.В. Чаянов особое внимание уделял отношениям человека и природы, отмечая, что правильно организованное ведение хозяйства возможно лишь при условии уважения к естественным законам и внимательного отношения к окружающей среде. В этом контексте крестьянство воспринималось как охранительная сила, поддерживающая гармонию природы и общества. Эколого-социальный этический аспект также прослеживается и в идее признания национальных особенностей крестьянского быта и обычаев как неотъемлемых факторов стабильности и устойчивости жизни общества.

Во многом именно эти идеи и послужили в дальнейшем почвой для выстраивания обвинений в мелкобуржуазности и антимарксистском толковании сущности крестьянского хозяйства. Трагическое развитие идей ученого привело его к последующему заключению, затем ссылке, а позднее и вовсе с многочисленными обвинениями по пунктам ст. 58 – к расстрелу 3 октября 1937 года. И двадцати лет не прошло, как 30 мая 1956 года дело Чаянова было прекращено за отсутствием состава преступления.

Член Союза писателей России Е.Н. Гуслияров документально прослеживает последние годы жизни ученого и отмечает роковой смысл, который имела придуманная Александром Васильевичем «Трудовая крестьянская партия» и упоминаемая им в фантастической повести «Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии» – фантазию автора обернули уликой в его же деле [2].

Спустя десятилетия эта повесть во многих аспектах оказывается пророческой и прозорливо-дальновидной. О. Широкопуп, анализируя контекстуальное пространство повести, отмечает ощущение «присутствия родства некоторых отличительных черт традиционного крестьянского уклада и привычек ... «нового крестьянства», которые... «активно формируют свой уклад на принципах сотрудничества, частичной автономии от государства, коллективного построения других повседневных экономических и экологических принципов в своей работе, критического отношения к чрезмерному потреблению» [7, с. 231]. Представляя идеальное государство, Чаянов рисует образ будущего – Москвы в 1984 году, где сохраняется традиционный уклад жизни, семейные формы функционируют успешно, а природа находится под защитой.

Говоря об основополагающих принципах, на которых базировались взгляды А.В. Чаянова, нельзя не отметить улавливаемое сквозь общий фон повествования признание незыблемости равноправия человека и природы. Непопулярная в те годы точка зрения о глубинной связи живого и социального, необходимости уважения к природе, культурным устоям и постепенному продвижению вперед оказалась весьма востребованной спустя столетие, когда этическое регулирование стало, по сути, единственным способом обуздать алчность потребительства.

Нелинейность в подходе к пониманию эффективности и экономической выгоды также придают оттенок эколого-социальной этизации экономической концепции А.В. Чаянова. Согласно его точке зрения, справедливый обмен продукцией возможен только при соблюдении принципа эквивалентности усилий и результатов. Нарушение этого принципа ведет к деформации общественного строя и нарушению естественного порядка вещей.

Важным аспектом философии автора является признание способности крестьян самостоятельно решать возникающие проблемы и выбирать оптимальный путь развития – этот аспект подчеркнут в его книге «Основные идеи и формы организации крестьянской кооперации» (1919). Здесь Чаянов обращается к вопросу взаимопомощи и координации действий мелких производителей, описывая преимущества кооперативного способа ведения хозяйства и доказывая, что такая система способна объединить индивидуальные усилия и привести к эффективному использованию ресурсов.

Помимо книг, большое количество статей и публичных выступлений А.В. Чаянова демонстрирует широту его философских взглядов. В частности, он проводит параллель между природоохранными мероприятиями и сохранением этнической идентичности. Например, его тексты посвящены защите исчезающих видов деревьев и кустарников, охране редких животных и поддержке генетического фонда местных пород скота (в частности, статья «Крестьянское хозяйство в Бельгии»).

Еще одна современная идея, находящая истоки в работах А.В. Чаянова – идея «органической» экономической системы, интегрированной в природную среду. Ее Чаянов заключил в положении об организации крестьянской экономики как саморегулирующейся системы, где ресурсы используются рационально и с учетом потребностей будущих поколений. Сегодня отражение идей А.В. Чаянова заметно в движении за органическое земледелие, биоэкономику и экологический туризм. Его работы находят отклик среди активистов и защитников окружающей среды, ориентированных на создание условий для устойчивого развития общества.

А.В. Чаянов не оставил систематически разработанной эколого-социальной этики в том смысле, в каком мы понимаем её сегодня. Однако его работы содержат имплицитную экологическую этику, основанную на принципах ответственности за сохранение земли и ресурсов для будущих поколений, приоритета устойчивого развития над безудержным

экономическим ростом, гармоничного сосуществования человека и природы, а также уважения к труду и традиционному образу жизни крестьянства как формы экологически ориентированного хозяйствования.

Таким образом, эколого-социальная и этическая составляющая в трудах Чаянова проявляется не в виде формально сформулированных моральных принципов, а в его анализе экономических и социальных отношений, критике индустриальной модели развития и предложении альтернативного пути, основанного на кооперации, самодостаточности и бережном отношении к природе. Идеи А.В. Чаянова можно рассматривать как вклад в развитие моральной экологии и экологической этики, предвосхищающий многие современные подходы, ориентированные на устойчивое развитие и гармонию между человеком и природой.

Библиографический список

1. Бондаренко А.В., Мижарева Н.В., Нигматуллина И.В. Моральная экономика: экономико-философский анализ понятия // Дискуссия. 2022. Вып. 112. С. 26-34.
2. Гусяров Е. Звезда и смерть профессора Чаянова URL: https://dzen.ru/a/Y1_Sw2KGpAP3mf4V?ysclid=mb3p63kn4z612439306
3. Журавлева, Л.А., Зарубина, Е.В., Симачкова Н.Н. Социально-философская модель развития сельского хозяйства А. В. Чаянова // Манускрипт. 2018. №5 (91). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-filosofskaya-model-razvitiya-selskogo-hozyaystva-a-v-chayanova>
4. Мясоедов Б.А. Александр Васильевич Чаянов. Бессмертные идеи великого ученого // Мир новой экономики. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aleksandr-vasilievich-chayanov-bessmertnye-idei-velikogo-uchenogo>
5. Фадеева О.П. Сельские сообщества и хозяйственные уклады: от выживания к развитию / под ред. З. И. Калугиной. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2015.
6. Чаянов А.В. Организация крестьянского хозяйства : Из работ Научно-исслед. ин-та с.-х. экономии в Москве / А. Чаянов. Москва: Кооперативное изд-во, 1925. 215 с.
7. Школа Чаянова: между прошлым и будущим: Сборник материалов Международной научной конференции Чаяновского исследовательского центра, 22–23 октября 2020 г. / Под общ. ред. А.М. Никулина, М.Г. Пугачевой. – М.: Изд-во «Экон-Информ», 2021. 291 с.

УДК 911.373

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: СОДЕРЖАНИЕ, ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ

Драгун Ксения Николаевна, научный сотрудник Республиканского научного унитарного предприятия «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», магистрант Университета Национальной академии наук Беларуси, dragunkseniya90@gmail.com

Научный руководитель – Пашкевич Ольга Александровна, к.э.н., доцент, заведующий сектором трудовых и социальных отношений Республиканского научного унитарного предприятия «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», o_lala@list.ru

Аннотация: Устойчивое развитие сельских территорий вследствие ускоренной урбанизации и дифференциации уровня и качества жизни в отличие от города является одним из важнейших направлений государственного регулирования. Целью проведенного исследования состоит в определении понятия «сельские территории» и систематизации накопленных знаний о составляющих политики устойчивого развития сельских территорий.

Ключевые слова: сельские территории, социально-экономическое развитие, политика устойчивого развития.

В условиях современного мира вопросы устойчивого социально-экономического развития приобретают особую актуальность. Одним из ключевых аспектов этого процесса является развитие сельских территорий, которые играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, сохранении культурного наследия и поддержании экологического равновесия. В связи с этим возникает необходимость разработки эффективных стратегий и подходов к развитию сельских регионов.

Анализ научной литературы показывает, что учеными предлагаются различные подходы к определению понятия «сельские территории». В своих исследованиях они, основываясь на теоретических основах и выработанном взгляде на эту проблему, раскрывают суть и практическое значение данной категории. Так, А. А. Ломакин и М. Ю. Федотова описывают сельскую местность как сложную территориальную систему, обладающую специфическими природно-хозяйственными признаками, при этом развитие этой системы зависит от уровня зрелости природных и экономических связей в сочетании с социальной средой и органами управления [1]. Согласно определению О. И. Пантелеевой «сельская местность» – территория за пределами города, которая находится под управлением местных органов власти.

В научной литературе наряду с термином «сельская территория» используются схожие по значению понятия, такие как «сельская местность» и «сельские населенные пункты». Так, Н. С. Яковчик, Н. В. Киреенко и И. А. Войтко рассматривают сельские населенные пункты как территории, концентрирующие основной трудовой потенциал сельской местности и ориентированные преимущественно на коллективные формы ведения хозяйства. Однако в то же время Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) утверждает, что сельская местность есть не что иное как местность, находящаяся вне зоны влияния крупных экономических центров, и в этой местности необязательно сосредоточено только сельское хозяйство [2].

В Европейском союзе официальное определение сельских территорий варьируется в зависимости от национальных подходов. Хотя ключевыми критериями, как правило, выступают плотность населения и удалённость от городских центров, каждая страна также устанавливает дополнительные социально-экономические параметры для более точного разграничения сельских зон [3].

В Законе Республики Беларусь от 14.10.2022 № 213-З (ред. от 29.11.2024) «О лицензировании» и Кодексе Республики Беларусь от 29.12.2009 № 71-З (ред. от 13.12.2024) «Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть)» (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.05.2025) под сельской местностью понимается территория, входящая в пространственные пределы сельских Советов депутатов, за исключением территорий поселков городского типа и городов районного подчинения. Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 25.03.2022 № 11 (ред. от 18.11.2024) «Об утверждении регламентов административных процедур» и Указы

Президента Республики Беларусь от 24.03.2021 № 116 (ред. от 30.12.2022) «Об отчуждении жилых домов в сельской местности и совершенствовании работы с пустующими домами», от 26.04.2010 № 200 (ред. от 31.03.2025) «Об административных процедурах, осуществляемых государственными органами и иными организациями по заявлениям граждан» и от 16.05.2023 № 138 «Об аренде и безвозмездном пользовании имуществом» (вместе с «Положением о порядке сдачи в аренду (передачи в безвозмездное пользование) недвижимого имущества, находящегося в собственности Республики Беларусь», «Положением о порядке определения размера арендной платы при сдаче в аренду» к сельской местности относят территории сельсоветов, поселков городского типа и городов районного подчинения, являющихся административно-территориальными единицами, поселков городского типа и городов районного подчинения, являющихся территориальными единицами и иных населенных пунктов, не являющихся административно-территориальными единицами, входящая вместе с другими территориями в пространственные пределы сельсоветов. Как видно, единого определения сельских территорий в нормативно-правовых актах Республики Беларусь нет, что может быть связано со спецификой регулируемой области задач и удобством последующего административного управления.

На основании анализа существующих подходов к определению сущности понятия «сельские территории» предлагается рассматривать сельскую местность (сельскую территорию) как территориальное пространство, расположенное вне городских границ, где основной вид экономической деятельности связан с сельским хозяйством.

Развитие сельских территорий в любом из государств всегда отталкивается от их основных проблем: оттока населения, безработицы, получаемой низкой заработной платы местным населением, низким уровнем развития инфраструктуры и экологического состояния. Решение данных проблем предполагает применение комплексного подхода, основанного на реализации политики устойчивого развития сельских территорий.

Политика устойчивого развития сельских территорий представляет собой системный набор мер и долгосрочных программ, ориентированных на достижение устойчивого социально-экономического прогресса сельских сообществ при одновременном сохранении экологического потенциала этих территорий для последующих поколений. Основными целями данной политики выступают повышение уровня жизни сельского населения, диверсификация сельской экономики, развитие инфраструктуры, замедление процесса урбанизации и др. [4].

Политика устойчивого развития сельских территорий, как и любой другой политики или системы, всегда основывается на четырех принципах – комплексности, системности, адаптивности и устойчивости:

- комплексность развития сельских территорий подразумевает гармоничное и сбалансированное развитие всех сфер жизни на селе, включающее в себя не только экономическое развитие, но и улучшение социальной сферы, инфраструктуры, экологии и других аспектов сельской жизни;
- системность предполагает рассмотрение сельских территорий как сложной системы, состоящей из множества взаимосвязанных элементов. Развитие каждого элемента должно быть согласовано с общим планом развития территории;
- адаптивность означает способность сельских территорий адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды. Это может быть связано с климатическими изменениями, экономическими кризисами или другими факторами. Адаптивное развитие позволяет сельским территориям сохранять свою устойчивость и продолжать развиваться даже в условиях нестабильности;

- устойчивость является еще одним ключевым аспектом развития сельских территорий. Она подразумевает способность системы противостоять внешним воздействиям и сохранять свои основные характеристики. Устойчивое развитие сельских территорий направлено на достижение их перспективного социально-экономического благополучия при одновременном сохранении экологического баланса в долгосрочной временной перспективе.

Данные принципы обладают системной взаимосвязью и должны быть интегрированы в процесс разработки концепций сельского развития. Их комплексная реализация создаёт предпосылки для сбалансированного прогресса сельских территорий, направленного одновременно на повышение благосостояния местного населения и сохранение природной среды.

При проведении исследования автором выявлены три основных метода развития сельских территорий: программно-целевой, проектный и индикативный, установлены их преимущества и недостатки.

Программно-целевой метод развития территорий представляет собой управленческий подход, направленный на достижение конкретных целей в рамках определённого временного периода. Он широко применяется в государственном и муниципальном управлении для решения социально-экономических проблем и стимулирования регионального развития. Метод позволяет органам власти формировать комплексные программы, включающие меры по развитию инфраструктуры, улучшению качества жизни и созданию рабочих мест [5]. Его ключевые преимущества заключаются в концентрации ресурсов на приоритетных направлениях, повышении управленческой эффективности и координации между различными уровнями власти. Однако сложность разработки и реализации таких программ требует квалифицированных специалистов и тщательного контроля, поскольку существует риск неэффективного использования ресурсов и недостаточной оперативности. Следовательно, успешность применения данного метода зависит от стратегического планирования и мониторинга процесса его реализации.

Проектный метод управления, в отличие от программно-целевого, предполагает разработку и реализацию долгосрочных проектов социально-экономического развития территорий с учетом уже имеющихся возможностей и ресурсов. Кроме того, такой метод является более гибким и адаптивным к внешним факторам за счет более тесной коммуникации местных органов власти с бизнес-сообществом, что, в свою очередь, позволяет сократить время и издержки на реализацию проектов [6]. К недостаткам проектного метода относят ограниченную сферу применения, сложность координации нескольких проектов и риск недостаточной проработки отдельных аспектов.

Индикативный метод управления отличается от двух вышеописанных тем, что данный метод направлен на реализацию проектов и программ без прямого государственного вмешательства. Кроме того, он предполагает разработку системы параметров (индикаторов), характеризующих развитие экономики территории, которые желательно достичь в соответствии со сроками плана [7].

Таким образом, проведённый нами комплексный анализ существующих подходов к определению сущности сельских территорий позволяет сделать следующие выводы:

1. Комплексный анализ подходов к определению сущности сельских территорий выявил дифференциацию понятия «сельская местность» в научной и нормативно-правовой плоскости. В научной литературе оно трактуется как сложная система, обладающая уникальными природно-хозяйственными характеристиками, тогда как в нормативных актах Республики Беларусь его содержание варьируется в зависимости от

отраслевого контекста и регулируемых объектов. Такая вариативность обусловлена спецификой административного управления и практическими потребностями различных сфер регулирования.

2. Основными вызовами для сельских территорий остаются демографический спад, недостаточный уровень доходов населения, слабая инфраструктурная обеспеченность и экологические риски. Для их решения применяются два подхода: либо формулирование и реализация специализированной политики развития сельских территорий, либо интеграция данной политики в общую региональную стратегию, что определяется значимостью сельского сектора в национальном развитии.

3. Политика устойчивого развития сельских территорий должна основываться на принципах комплексности, системности, адаптивности и сбалансированности, обеспечивая гармонизацию экономических, социальных и экологических факторов. Для управления развитием используются программно-целевые, проектные и индикативные методы, однако их эффективность зависит от грамотного сочетания инструментов и стратегического подхода. Таким образом, дальнейшие исследования и практическая реализация концепций сельского развития требуют согласованного подхода, учитывающего многоаспектный характер сельских территорий.

Библиографический список

1. Развитие сельских территорий Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы / Н. В. Киреенко [и др.]. – Минск : БГАТУ. – 2022. – 260 с.
2. Сельские территории как объект управления социально-экономическими системами: отечественный и зарубежный опыт / С. А. Шелковников, Ю. А. Макурина, М. С. Петухова, Т. А. Афанасьева // Вестник НГУЭУ. – 2022. – № 1. – С. 52-67. – DOI 10.34020/2073-6495-2022-1-052-067.
3. Семин, А. Н. О трактовке понятий "сельские территории", "сельская местность" в научных работах отечественных и зарубежных авторов / А. Н. Семин, А. П. Третьяков // Теория и практика мировой науки. – 2020. – № 6. – С. 6-11.
4. Соловцов Н.И. Стратегические и тактические аспекты устойчивого развития сельских территорий Беларуси. Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси / Н. И. Соловцов, А. А. Лопатнюк // – 2018. – №46. – С. 251-261.
5. Организация планирования стратегического развития крупного города: программно-целевой подход [статья] // Научный журнал «Фундаментальные исследования», 2005-2025. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36473> (дата обращения: 26.05.2025)
6. Хабекиров, Б. Т. Проектный подход как инструмент управления социально-экономическим развитием региона / Б. Т. Хабекиров // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2019. – № 1(235). – С. 49-54.
7. Семин, А. Н. Индикативная стратегия активного роста потенциала сельских территорий в современных условиях цифровой экономики / А. Н. Семин, Т. И. Бухтиярова, И. В. Хилинская // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. – 2018. – № 1(2). – С. 57-63.

РОЛЬ УПОЛНОМОЧЕННОГО ПО ПРАВАМ ЧЕЛОВЕКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В МЕХАНИЗМЕ ЗАЩИТЫ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ ПРАВ ГРАЖДАН

Фролова Татьяна Юрьевна, аспирант кафедры государственно-правовых и финансово-правовых дисциплин АОЧУ ВО «Московский финансово-юридический университет МФЮА», t.chekalova95@rambler.ru

Аннотация. Настоящая статья представляет собой обзор функций Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации, а также Уполномоченных по правам человека в субъектах РФ в механизме обеспечения избирательных прав граждан. В работе проанализирована эффективность Уполномоченного в защите избирательных прав граждан РФ.

Ключевые слова: защита избирательных прав граждан, мониторинг соблюдения избирательных прав граждан, омбудсмен, обеспечение избирательных прав граждан.

Пределы компетенции Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации или омбудсмена (далее – Уполномоченный) определяются Федеральным конституционным законом от 26.02.1997 № 1-ФКЗ «Об Уполномоченном по правам человека в Российской Федерации» [1] (далее – ФКЗ «Об Уполномоченном по правам человека в РФ») и включают в себя рассмотрение жалоб граждан РФ на решения, действия, бездействия государственных органов, органов местного самоуправления, должностных лиц, государственных служащих. Кроме того, «на сегодняшний день в каждом субъекте РФ назначен Уполномоченный по правам» [8, с. 44].

Работа с обращениями граждан, связанными с нарушениями их избирательных прав (преимущественного активного избирательного права), в том числе связанными с внедрением цифровых технологий в избирательный процесс, является составной частью деятельности Уполномоченного РФ и субъектов РФ, которая согласно положениям ФКЗ «Об Уполномоченном по правам человека в РФ» является независимой и неподотчетной государственным органам и должностным лицам.

Положениями ФКЗ «Об Уполномоченном по правам человека в РФ» на омбудсмена возложена обязанность по ежегодному направлению доклада о своей деятельности в адрес Президента РФ, Федерального Собрания РФ, Правительства РФ, Конституционного Суда РФ, Верховного Суда РФ, Генерального прокурора РФ, Председателя Следственного комитета РФ, а также его официальному опубликованию.

По итогам анализа текстов докладов о деятельности Уполномоченного (далее – доклад) за последние несколько лет (2024 г., 2023 г., 2022 г.) можно констатировать, что выделение категории жалоб на нарушения избирательных прав граждан в качестве самостоятельного подраздела свидетельствует о их важном месте в работе Уполномоченного, а равно значимой роли последнего в их защите.

Так, в целях обеспечения соблюдения избирательных прав и права граждан Российской Федерации на участие в референдуме, между Центральной избирательной комиссией Российской Федерации (далее – ЦИК России) и Уполномоченным по правам человека в Российской Федерации было заключено соглашение [2], во исполнение которого Омбудсмен осуществляет соответствующий мониторинг в дни голосования в том числе путем посещения центров видеонаблюдения за выборами на предмет выявления нарушений и последующей реакции на них.

Участие Уполномоченного в процессе видеонаблюдения, тем самым его «профессионализация» [7], сделала возможным использование материалов такого наблюдения в качестве доказательств в судах.

Видеонаблюдение за процедурами выборов в 2024 году позволило выявить ряд недостатков, таких как необеспечение тайны голосования (шторка кабин для голосования не закрывалась полностью, ввиду чего можно было увидеть процесс заполнения бюллетеня), камеры охватывали не все урны для голосования. Усилиями Уполномоченного с помощью избирательных комиссий выявленные недостатки были устранены.

Существенная роль Уполномоченному по правам человека в Российской Федерации отводится в общественном контроле в избирательном процессе, рассмотрение вопроса совершенствования которого был поручен ему совместно с ЦИК России и Администрацией Президента РФ по итогам заседания Совета по развитию гражданского общества и правам человека, прошедшего 07 декабря 2022 года Владимиром Путиным.

В настоящее время особое внимание уделяется проведению выборов в субъектах Российской Федерации, где действует военное положение. Уполномоченными по правам человека в новых субъектах РФ в 2024 году при проведении выборов Президента РФ в марте, а также единого дня голосования в сентябре осуществлялся контроль за соблюдением избирательных прав граждан, жалоб на нарушения не поступало, а единичные обращения на «горячую линию» из Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской области касались лишь разъяснения порядка реализации избирательных прав.

Уполномоченным осуществляется наблюдение за проведением дистанционного электронного голосования (далее – ДЭГ), результатом которого становится выработка предложений по улучшению процедуры [6]. Так, в докладе 2022 года [4] с учетом возникающих у избирателей сложностей при голосовании повторно подчеркивается изложенное в докладе 2021 года предложение о проведении ДЭГ на единой для всех субъектов РФ платформе. Поскольку функции Уполномоченного носят рекомендательный характер, немедленному исполнению вносимые им предложения не подлежат, что указывает на ограниченное влияние данной должности на обеспечение возможности граждан голосовать.

Отдельное внимание Уполномоченными в РФ и регионах уделяется вопросу реализации избирательных прав граждан с ограниченными возможностями здоровья на предмет обеспечения доступной среды на избирательных участках, а также лиц, содержащихся в СИЗО. Так, по итогам деятельности за 2022 год омбудсменом г. Москвы был сделан вывод о том, что «несовершенство избирательного законодательства и существующий ценз места жительства не позволили принять участие в голосовании всем лицам, обладающим активным избирательным правом, находящимся в следственных изоляторах УФСИН России по г. Москве» [5], и как следствие вынесено предложение о необходимости внесения изменений в избирательное законодательство, в частности использование ДЭГ при таких обстоятельствах, однако до настоящего времени, несмотря на принятие во внимание указанной инициативы, на практике она внедрена не была, что также подчеркивает рекомендательный характер работы Уполномоченных.

Вместе с тем, стоит обратить внимание, что не все предложения омбудсменов остаются без внимания государственных органов и органов государственной власти. Так, внесенные по итогам избирательной кампании сентября 2021 года по выборам депутатов Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации восьмого созыва, депутатов Законодательного Собрания Санкт-Петербурга седьмого созыва инициативы

были частично приняты в работу ЦИК России, в частности «об уточнении основания для использования дополнительной возможности голосования – голосования групп избирателей, которые проживают (находятся) в населенных пунктах и иных местах, где отсутствуют помещения для голосования и транспортное сообщение с которыми затруднено (решение о таком голосовании принимается по согласованию с избирательной комиссией субъекта Российской Федерации и с учетом рекомендаций ЦИК России)» [3], хотя предложение об отказе от многодневного голосования оставлено без внимания.

Помимо проводимой работы по защите нарушенных избирательных прав граждан, омбудсменами в регионах ведется профилактическая работа, в том числе просветительская, в рамках которой проводятся лекции со студентами, их принимают на практику, на которой в том числе анализируется правоприменительная практика по вопросам нарушений избирательных прав граждан РФ, ведется тесное сотрудничество с ВУЗами.

Таким образом, подводя итог, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день деятельность Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации и его региональных коллег носит рекомендательный характер, омбудсмены не наделены властными полномочиями в области защиты избирательных прав граждан РФ, что лишает их возможности самостоятельно устранять риски нарушений рассматриваемой категории прав, несмотря на их важную роль в рассматриваемом вопросе. Вместе с тем рассмотрение ими жалоб о нарушении прав, проводимый во время голосования мониторинг видеонаблюдения за ходом голосования, наблюдение за дистанционным электронным голосованием, вносимые на рассмотрение по результатам анализа поступающих обращений предложения по совершенствованию избирательного законодательства, просветительская и разъяснительная работа свидетельствуют о важной роли рассматриваемого института в избирательном процессе, и отсутствие у омбудсменов властных полномочий не умоляют его существенного влияния в вопросе защиты избирательных прав граждан РФ.

Библиографический список

1. Федеральный конституционный закон от 26.02.1997 № 1-ФКЗ (ред. от 29.05.2023) «Об Уполномоченном по правам человека в Российской Федерации» // «Собрание законодательства РФ», 03.03.1997, № 9, ст. 1011
2. Соглашение о взаимодействии Центральной избирательной комиссии Российской Федерации и Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации в период подготовки и проведения избирательных кампаний, кампаний референдума в Российской Федерации (заключено в г. Москве 13.07.2016 г.) // СПС «КонсультантПлюс»
3. Доклад Уполномоченного по правам человека в Санкт-Петербурге за 2021 год. URL: https://upchspb.ru/doklady-upolnomochennogo/DOKLAD__nasait_29032022.pdf (дата обращения 26.05.2025)
4. Доклад о деятельности Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации за 2022 года. URL: <https://ombudsmanrf.org/storage/74a0484f-7d5a-4fe4-883d-a1b5ba1dd5f8/mediateca/doclad-2022.pdf> (дата обращения 25.05.2025)
5. Доклад о деятельности уполномоченного по правам человека в городе Москве в 2022 году. URL: <https://ombudsman.mos.ru/uploads/magic/ru-RU/Document-0-246-src-1679298156.3639.pdf> (дата обращения 26.05.2025 г.)
6. Дудченко О.С., Фролова Т.Ю. Особенности совершенствования защиты избирательных прав в условиях внедрения цифровых технологий // Актуальные проблемы российского права. 2024. Т. 19. № 9. С. 20–27. DOI: 10.17803/1994-1471.2024.166.9.020-027

7. Лопатин А.И. Цифровизация избирательных действий и процедур в России: вопросы права // Журнал российского права. 2022. № 5. С. 43–55. DOI: 10.12737/jrl.2022.051

8. Чупанова А. Ч., Коймурзаева К. А. Уполномоченный по правам человека и его роль в защите прав и свобод // Юридический вестник ДГУ. 2021. Т. 39. № 3. С. 44–46. DOI: 10.21779/2224-0241-2021-39-3-44-46.

УДК 130.2:1(38)

ЭВГЕМЕР И ПРОИСХОЖДЕНИЕ МИФОЛОГИИ: ФИЛОСОФСКИЙ И КУЛЬТУРНЫЙ КОНТЕКСТ

Донских Ксения Юрьевна, доцент кафедры философии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ks.donskih@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье проводится анализ философских воззрений Эвгемера. В качестве отправной точки исследования использовался труд «Священная запись», в котором боги олимпийского пантеона интерпретируются как исторические правители. В статье рассматривается процесс демифологизации пантеона трансформация его в мощный интеллектуальный инструмент, оказавший влияние на религиоведение и философию.

Ключевые слова: Эвгемер, эвгемеризм, древнегреческая философия, мифология, критика религии, «Священная запись».

Одной из наиболее известных, и в то же время загадочных, книг эллинистической эпохи является «Священная запись». Ее авторство приписывают Эвгемеру Мессенскому (ок. 340–260 гг. до н. э.), предположительно принадлежавшему к школе киренаиков. Его творчество мало изучено, поскольку сочинения практически не сохранились. Биографические сведения так же скудны. Однако известно, что он жил и работал при дворе македонского царя Кассандра, от имени которого, согласно легенде, совершил путешествие к экзотическим землям, включая мифический остров Панхею. Собственно, опыт этого путешествия он и описал в своем труде.

Согласно Эвгемеру, на Панхее находится храм, посвященный Зевсу. Подобным почитанием в Греции было никого не удивить, учитывая место Зевса на олимпийском пантеоне, однако по словам философа, в этом храме находилась золотая стела, на которой были выбиты истории божеств, но не как богов, а как вполне реальных земных исторических фигур, совершивших важные завоевания, установивших политические порядки и заслуживших почитание своих подданных. Основателем династии указан Уран, после Крон и Зевс. Диодор Сицилийский, пересказывая сочинения Эвгемера, пишет следующее: «первым царем был Уран — муж справедливый, благодетельный и ученый, [исследовавший] движения звезд. Он первый почтил жертвоприношениями небесных богов, за что его и прозвали Ураном (Небом). От супруги Гестии у него было два сына Титан и Крон, а также дочери Рея и Деметра. После Урана царем стал Крон, который женился на Рее и имел детей Зевса, Геру и Посейдона. Наследовавший царскую власть Зевс взял в жены Геру, Деметру и Фемиду, и первая родила ему куретов, вторая — Персефону, а третья — Афины. [Зевс] отправился в Вавилон, где ему оказал гостеприимство Бел, а затем прибыл на лежащий в Океане остров Панхею, где воздвиг

жертвенник своему праотцу Урану. Оттуда он отправился через Сирию к [правившему] тогда властелину Касию, от которого получила название гора Касий. Прибыв в Киликию, он одолел в битве местного правителя Килика, а также посетил большинство народов, которые стали почитать его и объявили богом» [1, с. 380].

Верховные олимпийские боги изображены как величайшие цари, обожествленные после смерти своими подданными. Таким образом, Эвгемер не только предлагает последовательную историзацию пантеона, превращая мифологию в искажённую форму хроники, но и даёт толчок к появлению эвгемеризма. Основой эвгемеризма становится мнение, что религиозные представления возникают не из мистического откровения, а из социально-исторических условий. Культ божеств зарождается как своеобразная форма памяти о выдающихся личностях, чья деятельность была настолько полезна, что общество решило увековечить их в форме священного почитания. Это порождает развитие мифологии, в которых реальные личности и события, наделяются сверхъестественными чертами. Таким образом, Эвгемер одним из первых в культуре Древней Греции, провел демистификацию олимпийского пантеона, указав, что его истоки лежат во всемирной истории и выдающихся смертных.

Невероятно смелая по тем временам концепция, вызвала многочисленные споры в интеллектуальной среде. За Эвгемером закрепилось прозвище «безбожника», которое отображало тот подрыв веры, который производило его учение. Одними из первых критиков были Каллимах, самый ранний из упоминавших об Эвгемере, Страбон, Плутарх, который именует Эвгемера «плутом» и «безбожником», обесмысливающим религиозные традиции. Позднее с ним соглашается Секст Эмпирик в трактате «Против ученых».

Тем не менее, большинство принимает концепцию Эвгемера благосклонно, и она находит своих почитателей среди современников. Одним из сторонников был римский поэт Энний, который перевёл «Священную запись» на латинский язык, а также некоторые стоики, склонные к рационалистической трактовке мифов.

С приходом христианства, эвгемеризм получает неожиданное признание среди ранних апологетов. Так, эвгемеристскую аргументацию в полемике с языческими культами использует Тертуллиан. Вслед за Эвгемером, он утверждает, что языческие боги ничто иное, как возвеличенные до богов грешные люди. Подобный прием, позволяет Тертуллиану не только опровергнуть легитимность язычества как веры, но и утвердить превосходство христианства, которое основано не на культе человека, а на Божественном откровении [2]. Другим христианским писателем, ссылающимся на Эвгемера в своем труде «Божественные установления», был Лактанций, современник Константина Великого. Он с одобрением цитирует Эвгемера, который, по его мнению, подтверждает правоту христианской критики язычества — если у богов есть гробницы, то они не боги, ведь боги не умирают [3].

Лактанций использует эвгемеризм как аргумент в пользу христианства, показывая, что даже языческие авторы не верили в подлинность богов Олимпа. Именно благодаря Лактанцию и Диодору Сицилийскому до нас дошли фрагменты эвгемеристского учения — оригинал труда Эвгемера утрачен.

Новый виток интереса к этой концепции, возникает в эпоху Просвещения. Вольтер, восхищаясь Эвгемером, как предшественником историко-критического метода и образцом свободомыслия, посвящает ему свое последнее обобщающее сочинение «Диалоги Эвгемера». В нем, Вольтер затрагивает важнейшие мировоззренческие проблемы, полемизируя с представителями как идеализма, так и материализма. Примечательно, что свою точку зрения он транслирует именно через Эвгемера [4].

В XIX веке идеи Эвгемера оказали влияние на религиоведов и мифологов, таких как Д. Ф. Штраус, Г. Спенсер и Э. Б. Тейлор, которые стремились найти рациональные объяснения религиозных верований.

Учение Эвгемера стало фундаментом для критической традиции в изучении мифов, оказав значительное влияние как на античную мысль, так и на последующую философию. Хотя сама «Священная запись» дошла до нас лишь во фрагментах, её идеи продолжают жить в гуманитарной науке, напоминая о попытке объяснить священное через человеческое.

Библиографический список

1. Диодор Сицилийский. Греческая мифология (Историческая библиотека) [Текст]. – М.: Лабиринт, 2000. – 224 с.
2. Тертуллиан, Квинт Септимий Флоренс. Апология [Текст]. – М.: АСТ, 2004. – 423 с.
3. Лактанций. Божественные установления: Кн. 1-7 [Текст]. – СПб.: Пальмира, 2022. – 506 с.
4. Вольтер Ф.М.А. Философские сочинения [Текст]. – М.: Наука, 1996. – 559 с.

УДК 159.9

СЕПАРАЦИЯ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ФАКТОРЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ

Болаева Герел Баатровна, соискатель кафедры педагогики и психологии профессионального образования, Институт экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gbbolaeva@gmail.com

Аннотация. Приведены значимые различия в группах сепарировавшихся и не сепарировавшихся студентов по психологическому благополучию и психологическому пространству. Опрошены 320 студентов РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и КГУ им. Б.Б. Городовикова. Доказаны значимые различия эмоциональному фону и осмысленности жизни.

Ключевые слова: психологическое пространство, психологическое благополучие, сепарация, студенты.

В современной психологии особый интерес представляет изучение опыта взаимодействия человека с окружающей пространственной средой и влияние этого предиктора на психологическое благополучие человека, а именно условия проживания, влияющих на психологическое благополучие студентов вузов и способствующих их успешной образовательной деятельности. В данной работе мы будем анализировать влияние фактора наличия своего сепарированного от родителей пространства испытуемого на психологическое благополучие.

Современная психология предлагает различные вариации понимания конструкта «пространство» в контексте взаимосвязи с психическим функционированием человека [5]. В то время как под сепарацией (от лат. separates — «отдельный») имеется в виду отделение, а в области межличностных отношений — расставание с человеком, с которым

установлены доверительные отношения. Зачастую под «сепарацией» упоминается отделение взрослого ребёнка от родительской семьи, его становление как автономной и независимой личности [6].

Манукян В.Р. в своей работе описывает респондентов 18-27 лет и приходит к выводу: «поведенческие компоненты психологической сепарации от родителей являются предикторами снижения удовлетворенности, счастья, целенаправленности жизни». Также она описывает результат, в котором самые высокие уровневые показатели шкал психологического благополучия выявлены у молодых людей со сформированной идентичностью взрослого [4].

В свою очередь О.М. Исаева, А.Ю. Акимова, Е.Н. Волкова представили свои результаты, которые показывают, что многие характеристики молодежи, в том числе проживание совместно с семьей и в целом ориентация на семью, являются факторами высокого психологического благополучия российской молодежи в возрасте от 18 до 35 лет, чем стремление к материальному обогащению [4].

Д.А. Красило, Т.А. Красило, А.Н. Залипаева отмечают в своем исследовании, что эмоциональная автономия, когнитивная автономия, поведенческая автономия и ценностная автономия имеют значимые положительные корреляционные связи с уровнем реального самоопределения у студентов, то есть чем выше показатели этих автономий, тем выше показатели самоопределения у респондентов [3].

О. Ю. Гроголева, Д. А. Прирезова в своей статье представляют результаты исследования психологического благополучия студентов с разными уровнями сепарации и привязанности к родителям. Было установлено, что студенты имеют большую привязанность к матери, чем к отцу [1].

Цель нашего исследования – выявить значимые различия показателей психологического пространства и психологического благополучия у студентов аграрных вузов, проживающих с родителями или нет в настоящий момент.

Выборка исследования составила 320 студентов, получающих степени бакалавров, специалистов, магистров РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (100 чел.) и КГУ им. Б.Б. Городовикова (Элиста) (220 чел.), обучающихся по разным направлениям.

В качестве методов в исследовании использовались теоретический анализ литературы по исследуемой проблеме, описание полученных результатов статистические методы обработки данных в программе IBM SPSS Statistics 20 с использованием U-критерий Манна — Уитни. В качестве методик мы использовали методики проективная рисуночная методика «Моя жизнь» (авторы - С.А. Безгодова, А.В. Микляева, С.М. Яцышин), где респондентам предлагалось нарисовать рисунок на указанную тему и опросник «Шкала психологического благополучия К. Рифф» (адаптирован Т.Д. Шевеленковой и Т.П. Фесенко), состоящий из 84 вопросов. Также в ходе проведения исследования использовалась анкета, в которой респонденты указывали проживание совместной с родителями (160 человек) или отдельно (160 человек).

В ходе исследования было обнаружено, что значимые различия обнаружены только по двум показателям, что указывает на ограниченное влияние фактора проживания на психологическое пространство. В группе, живущей самостоятельно, эмоциональный фон восприятия жизни выше ($RS2/RS1 = 1.17, p = 0.019$). Для группы, студентов, живущих с родителями, обнаружен более высокий уровень по характеристике психологического пространства – осмысленность ($RS2/RS1 = 0.84, p = 0.014$). Поскольку по другим характеристикам психологического пространства и психологического благополучия личности не обнаружено, можно заключить, что проживание с родителями или отдельно не является ключевым фактором для формирования базовых структур

психологического пространства. На основе полученных данных можно предположить, что для студентов самостоятельное проживание связано с позитивным эмоциональным фоном жизни, но сепарация от родительской семьи может снижать осмысленность жизни.

Вывод о наличии значимых различий в группах студентов, проживающих с родителями, и студентов, проживающих самостоятельно, подтверждается только для показателей эмоционального фона и осмысленности, но отвергается для остальных аспектов. Проживание с родителями или отдельно формирует разные акценты в психологическом пространстве, но не меняет его структуру кардинально.

Библиографический список

1. Гроголева О. Ю., Прирезова Д. А. Психологическое благополучие студентов с различными типами сепарации и привязанности к родителям // Вестник Омского университета. Серия «Психология». 2021. № 3. С. 6–17.
2. Исаева О.М., Акимова А.Ю., Волкова Е.Н. Факторы психологического благополучия российской молодежи // Психологическая наука и образование. 2022. Том 27. № 4. С. 24—35. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2022270403>.
3. Красило Д.А., Красило Т.А., Залипаева А.Н. Автономия и привязанность в отношениях с родителями в контексте реального самоопределения у студентов // Социальная психология и общество. 2021. Том 12. № 1. С. 113—125. DOI: <https://doi.org/10.17759/sps.2021120108>.
4. Манукян В.Р. Взросление молодежи: сепарация от родителей, субъективная зрелость и психологическое благополучие в возрасте 18—27 лет // Психологическая наука и образование. 2022. Том 27. № 3. С. 129—140. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2022270310>.
5. Сайко Э. В. Пространство в измерении, и определении, человеческого бытия // Психология, М., 2009. С.3-17.
6. Сысоева Л.В., Петренко Т.В. Проблема сепарации от родителей в русской семье: социокультурный и психологический аспекты // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии: Сборник статей по материалам LXII международной научно-практической конференции. — 2016. № 3(60). — С. 126-134.

УДК 631.51.01

**AMELIORATION DE LA FERTILITE DES SOLS A TRAVERS LA MECANISATION
AGRICOLE ET L'USAGE DES PLANTES DE COUVERTURE EN AFRIQUE DE
L'OUEST**

Adje Egbèa Chimène Christelle, étudiante en première année du troisième cycle d'études, département des tracteurs et automobiles, l'Université agraire d'Etat de Russie, l'Académie d'agriculture de Moscou K.A.Timiriazev, kemtylaeti@gmail.com

Guide de travail – Alekseï A. Zaitsev, CSc (Philology), maître de conférences, directeur du département des langues étrangères de L'Université agraire d'Etat de Russie – L'académie agricole Timiriazev, a.zaizev@mail.ru

Résumé: Cet article explore les liens étroits entre la gestion de la fertilité des sols, la mécanisation agricole et l'utilisation des plantes de couverture en Afrique de l'Ouest. Il met en évidence les effets bénéfiques de cette combinaison sur la productivité agricole, la conservation des ressources naturelles et la résilience des systèmes agroécologiques. À travers une analyse détaillée des types de couverts végétaux, des techniques mécanisées de gestion des sols, et des contraintes d'adoption, il est démontré que les pratiques combinées offrent une réponse viable aux défis posés par la dégradation des terres, les changements climatiques et l'insécurité alimentaire dans la région.

Mots clés: amelioration, fertilité des sols, la mécanisation agricole, couverts végétaux, les pratiques combinées.

Introduction

L'Afrique de l'Ouest fait face à des défis croissants en matière de sécurité alimentaire, de croissance démographique et de dégradation des ressources naturelles [1]. Dans un contexte où la majorité des populations dépend de l'agriculture pour leur subsistance, la gestion durable des sols devient un impératif stratégique. En effet, la baisse de la fertilité des sols, aggravée par les pratiques culturales intensives et la raréfaction des terres en jachère, menace la productivité agricole et la stabilité des écosystèmes.

Parallèlement, l'agriculture ouest-africaine reste encore largement tributaire des outils manuels et des techniques traditionnelles, souvent inefficaces face à l'ampleur des enjeux actuels. La mécanisation agricole, lorsqu'elle est adaptée aux réalités locales, offre des opportunités d'intensification durable, en réduisant la pénibilité du travail et en améliorant l'efficacité des pratiques culturales [2].

Dans cette dynamique, les plantes de couverture apparaissent comme des alliées incontournables, cultivées entre deux cultures principales ou en association, elles permettent non seulement de protéger le sol contre l'érosion et la battance, mais aussi de restaurer sa fertilité par la fixation biologique de l'azote, l'apport de matière organique et la stimulation de la vie microbienne [6].

Cet article vise à analyser l'interaction entre la mécanisation agricole et les plantes de couverture comme leviers pour une gestion intégrée et durable de la fertilité des sols en Afrique de l'Ouest. En s'appuyant sur des études de cas locales, des données agronomiques et des retours d'expérience, nous mettrons en lumière les potentialités, les contraintes et les perspectives d'une telle synergie au service d'une agriculture résiliente et productive.

Méthodologie de recherche

L'approche méthodologique a consisté en une revue documentaire. Elle a consisté à examiner divers documents de référence, ainsi que des rapports de recherche et d'expérience au Bénin et à l'étranger.

Objectif principale

L'objectif principal de cet article est d'analyser comment l'intégration des plantes de couverture et de la mécanisation agricole adaptée peut contribuer durablement à la gestion de la fertilité des sols en Afrique de l'Ouest. Il vise à identifier les synergies entre ces pratiques agroécologiques, à évaluer leurs impacts sur la productivité et la résilience des systèmes agricoles, et à proposer des leviers pour leur adoption à grande échelle par les producteurs ouest-africains.

Grandes parties

L'Afrique de l'Ouest est une région géographiquement et écologiquement hétérogène, englobant une variété de zones agroécologiques qui vont du Sahel aride au sud soudano-guinéen humide. Cette diversité détermine en grande partie les systèmes de production agricole, les types de cultures et les dynamiques de fertilité des sols [3].

Les sols de la région sont majoritairement ferrugineux tropicaux, faiblement structurés, avec une faible capacité de rétention d'eau et peu de matière organique. Les dynamiques climatiques, notamment la variabilité interannuelle des pluies et les périodes prolongées de sécheresse, influencent également la capacité des sols à se régénérer naturellement [4].

Dans ce contexte, l'intégration de pratiques agroécologiques comme les plantes de couverture et une mécanisation adaptée est essentielle pour atténuer les effets du changement climatique et soutenir une production durable.

Cause de la dégradation des sols en Afrique de l'Ouest

La fertilité des sols en Afrique de l'Ouest est menacée par une combinaison de facteurs naturels et anthropiques. Parmi les principaux défis figurent :

- **L'érosion éolienne et hydrique** : due à la déforestation, à la culture sur pentes non protégées et à l'absence de couvert végétal permanent, elle emporte les couches superficielles riches en nutriments.
- **La faible teneur en matière organique** : les sols tropicaux sont naturellement pauvres en carbone organique. Le retour insuffisant des résidus de culture et le brûlage des chaumes aggravent cette situation.
- **L'épuisement des nutriments** : les exportations de récolte ne sont pas compensées par des apports suffisants d'engrais ou de matières organiques, entraînant un appauvrissement progressif du sol.
- **La minéralisation accélérée** : sous l'effet des fortes températures et d'une forte activité microbienne, la matière organique se décompose rapidement sans avoir le temps de s'accumuler.
- **La compaction et la croûte de battance** : causées par le piétinement du bétail, les engins agricoles lourds, travail de sol exagéré et l'usage inapproprié d'outils agricoles, elles réduisent l'infiltration de l'eau et gênent le développement racinaire.

Ces contraintes limitent fortement la productivité agricole et appellent à des solutions systémiques, combinant gestion organique, couverture végétale et technologies mécaniques adaptées [5].

1. Les techniques de conservation et de gestion de la fertilité des sols

Utilisation des plantes de couvertures

Les plantes de couverture jouent un rôle multifonctionnel dans la gestion de la fertilité des sols. En agriculture tropicale, elles offrent une alternative agroécologique aux engrais chimiques et aux jachères longues, difficilement praticables dans les contextes de pression foncière. Leur capacité à améliorer la structure du sol, augmenter la matière organique et stimuler l'activité biologique du sol est largement reconnue (Tab.1).

Tableau 1

Types des plantes de couverture adaptées à l'Afrique de l'Ouest

Type	Exemples	Importance
Légumineuses	Mucuna, pois d'Angole, stylosanthes	Fixation de l'azote, apport en matière organique
Graminées	Sorgho fourrager, mil, maïs	Protection du sol, biomasse importante
Crucifères	Moutarde, radis fourrager	Lutte contre les nématodes, ameublissement
Rampantes	Arachide, haricot coureur	Couverture rapide du sol

Pratiques mécaniques adaptées

La mécanisation agricole désigne l'introduction d'outils, de machines ou de systèmes motorisés dans le processus de production agricole, afin de remplacer ou de compléter le travail humain ou animal [7]. Elle englobe des opérations telles que le labour, le semis, la fertilisation, le désherbage, la récolte et le traitement post-récolte.

En Afrique de l'Ouest, le niveau de mécanisation varie fortement selon les pays, les zones agroécologiques et les types d'agriculture (commerciale ou familiale). La majorité des petits exploitants agricoles utilisent encore des outils manuels (houe, daba, machette) ou la traction animale, limitant la productivité et la surface cultivée. Le recours aux tracteurs reste faible, souvent freiné par le coût d'acquisition, l'entretien difficile, la pénurie de pièces détachées et le manque de techniciens formés.

Toutefois, des initiatives émergent dans plusieurs pays pour faciliter l'accès à la mécanisation, via des centres de prestation de services, des coopératives d'agriculteurs, ou des programmes publics et privés visant la diffusion de micro-tracteurs, semoirs à traction animale et outils de conservation des sols. Une mécanisation raisonnée, adaptée aux petites exploitations, est ainsi considérée comme un levier essentiel pour intensifier durablement la production agricole.

Les pratiques mécaniques adaptées pour la conservation des sols

- Intégration de la mécanisation avec les pratiques de couverture végétale implique l'utilisation d'outils ou d'équipements spécifiques capables de gérer les résidus végétaux, de semer à travers un paillis ou de réduire le travail du sol.

- Techniques mécaniques de semis direct et d'incorporation des couverts, est une technique innovante qui consiste à semer une culture sans labour préalable, directement dans les résidus d'une plante de couverture. Il exige l'emploi de semoirs spécifiques, capables de trancher le paillis, d'ouvrir un sillon, d'y déposer la graine et de le refermer en un seul passage. Des rouleaux Faca ou des broyeurs à couteaux sont également utilisés pour coucher ou détruire mécaniquement les plantes de couverture avant le semis.

- Dans les systèmes intégrés, la traction animale peut être modernisée avec des outils multifonctionnels (herse plate, semoir à dents, scarificateur) facilitant l'implantation et la gestion des couverts. Cette approche nécessite une planification rigoureuse des rotations, du calendrier cultural et des types d'outils disponibles.

2. Effets combinés des plantes de couverture et de la mécanisation sur la fertilité des sols

L'interaction entre l'usage des plantes de couverture et la mécanisation adaptée génère des effets synergiques bénéfiques pour la fertilité des sols. Le maintien de la couverture végétale réduit l'érosion et améliore l'infiltration de l'eau, tandis que la mécanisation permet de valoriser ces couverts par des interventions ciblées et efficaces.

En conservant les résidus végétaux en surface et en limitant le travail du sol, le semis direct favorise l'accumulation de matière organique, la stabilisation des agrégats. Ces effets se traduisent par une meilleure disponibilité des éléments nutritifs, un développement racinaire optimisé et un accroissement durable des rendements.

3. Études de cas en Afrique de l'Ouest

Plusieurs projets pilotes et initiatives paysannes ont démontré la faisabilité et l'efficacité des systèmes combinant plantes de couverture et mécanisation adaptée :

- **Projet de conservation des sols au Nord-Bénin (INRAB-GIZ)** : introduction de mucuna et stylosanthès en rotation avec le maïs, associés à des semoirs à traction animale. Résultat : amélioration de 20 % des rendements et baisse de l'érosion de 60 %.
- **Système de culture de niébé-mucuna au Mali (ICRISAT)** : pratiques de semis direct avec incorporation mécanique du mucuna après floraison. Augmentation de la matière organique du sol de 0,4 % en deux campagnes.
- **Expérience paysanne au Togo** : adoption de lablab comme plante de couverture et utilisation de scarificateurs pour semis sans labour profond. Résultats positifs sur la couverture du sol et la réduction du désherbage manuel.

Ces cas illustrent l'intérêt de co-concevoir les pratiques agroécologiques en tenant compte des réalités locales, des savoirs paysans et de l'accès aux outils agricoles.

4. Contraintes et leviers pour l'adoption des pratiques combinées

Malgré leurs avantages, l'adoption des systèmes associant plantes de couverture et mécanisation reste limitée par plusieurs facteurs (Tab.2) :

Tableau 2

Les systèmes associant plantes de couverture et mécanisation

Contraintes	leviers
Accès limité au matériel adapté : peu de semoirs de semis direct ou de rouleaux de gestion des couverts disponibles localement.	Développement de centres de services mécanisés partagés.
Manque de formation technique : faiblesse des services de vulgarisation, méconnaissance des techniques de semis sur couverture.	Formation des producteurs et techniciens en agroécologie mécanisée.
Pression foncière et priorité donnée aux cultures de rente : difficulté à dédier des parcelles aux plantes de couverture.	Appui à la production locale de semences de couverts.
Coût initial d'investissement : achat ou fabrication des outils, acquisition de semences.	Subventions ciblées pour l'équipement léger et l'acquisition d'outils adaptés.

Conclusion et recommandations

La gestion durable de la fertilité des sols en Afrique de l'Ouest repose de plus en plus sur l'intégration de pratiques agroécologiques et de solutions techniques adaptées aux contextes locaux. L'alliance entre les plantes de couverture et la mécanisation raisonnée constitue une voie prometteuse pour relever les défis de la dégradation des sols, de la productivité agricole et de la résilience climatique.

Afin de garantir sa viabilité et son adoption à large échelle, cette transition agroécologique dépend fortement de l'accès aux équipements adaptés, aux innovations techniques à la formation, au crédit et à l'accompagnement technique.

En ce sens, plusieurs recommandations peuvent être formulées :

- Favoriser la diffusion de semoirs de semis direct adaptés aux petits exploitants et aux conditions locales.
- Mettre en place des programmes de formation continue sur les techniques de gestion des plantes de couverture et de la mécanisation adaptée.
- Encourager la recherche participative pour améliorer les espèces de couverts et concevoir des outils agricoles appropriés.
- Promouvoir des politiques incitatives et des subventions pour l'achat d'équipements et la production de semences de couverts.
- Développer des partenariats public-privé pour renforcer les services de mécanisation rurale.

Références

1. AGRA (2020). Transforming African Agriculture Through Mechanization. Alliance for a Green Revolution in Africa.
2. Bayemi, P. H. et al. (2015). Utilisation de légumineuses comme plantes de couverture en Afrique tropicale. *Revue Agronomie Africaine*.
3. FAO (2021). Conservation Agriculture and Sustainable Mechanization. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. ICRISAT (2020). Promoting Sustainable Land Management in West Africa. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
5. INRAB (2019). Expériences de semis direct sur couverture végétale au Nord-Bénin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin.
6. Sanginga, N. et al. (2003). Role of cover crops in improving soil fertility and productivity in sub-Saharan Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
7. Зайцев, А. А. Языковые особенности лекции по термодинамике в сравнении с соответствующим текстом учебника / А. А. Зайцев, Е. В. Гнездилова // Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации: Сборник материалов III Международной научно-методической онлайн-конференции, Курск, 14 мая 2018 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2018. – С. 451-455.

УДК 633.63+631.82

FORECASTING PROTEIN CONTENT IN WINTER WHEAT IN THE CENTRAL RUSSIA REGION

Baibakov Kirill Dmitrievich, Postgraduate student, Department of Meteorology and Climatology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, baibakovkir@yandex.ru

Scientific adviser - Shirlina Elena Nikolayevna, CSc (Philology), Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, shirlina@rgau-msha.ru

Abstract: This paper examines the impact of meteorological parameters on the protein content of winter wheat in the Central Russia Region. Based on the dependence and long-term weather forecast, an equation for the upcoming protein yield is calculated. The model considers factors such as temperature, precipitation, length of the growing season, and others. The results of the study can help agricultural organizations and farmers in planning and optimizing the process of growing wheat, as well as in making decisions on managing risks associated with climate change.

Keywords: *agroclimatology, protein content, winter wheat, agrometeorological model, Central Russia.*

The protein content of winter wheat grain is an important factor. High protein content affects the quality and cost of the grain. The higher the protein content, the more valuable the grain is to producers and consumers. Protein is an important source of amino acids, which are essential for the health and growth of all living organisms. Therefore, grain with high protein content is usually more expensive, as it has a higher nutritional value and can be used in the production of more expensive products, such as flour and cereals.

This work is relevant due to the growing food consumption, as well as climate change, which leads to the need to adapt agriculture to new conditions. Increasing the protein content of wheat grain is also economically relevant due to the need for high-quality grain to produce food and essential products for the population.

Region of the study –Central Russia Region (Fig. 1). The region is characterized by high soil fertility. In summer, the average is +20°C, and in winter - 10 °C. One of the main risk factors in this region is drought. Another important risk factor is overwintering. Average annual precipitation: 500 mm. The region is dominated by black soil and gray forest soil. The main crops grown are cereals, sunflower, corn, beets and cabbage [1].



Fig. 1 Central Russia region.

For this research, many varieties were selected that showed good results during tests conducted by the State Commission on Variety Testing in this soil and climate zone.

Meteorological data was taken from the portal aisor-m and averaged by region. Years of the study: 1992–2023.

Climate conditions are one of the most important factors affecting crop yield and quality. The protein percentage was negatively affected by conditions in 2021 with little rainfall and high temperatures in June and August but positively affected in 2023 when rainfall was high enough and temperatures were above normal in all months of the grain formation and filling period [4].

Meteorological factors such as mean daily, maximum and minimum temperature, ΔT (difference between daily maximum and minimum temperatures, °C), increase in active temperature from flowering to maturity T_a , total precipitation from flowering to maturity, total precipitation from flowering to maturity (R , mm), mean daily sunshine and total sunshine hours from flowering to maturity ($TSUN$, h), and days from heading to maturity were assumed to affect the protein content of wheat. Linear and quadratic relationships between meteorological factors and protein content were tested according to the experimental data. As a result, five main factors were identified: mean daily temperature (T_{mean} , °C), ΔT from flowering to maturity, T_a , R and $TSUN$. Although R showed a negative correlation, the other four factors showed significant positive correlation with protein in either linear or quadratic form.

From open meteorological data *aisori-m* and data obtained by the Federal State Budgetary Institution "State Commission on Variety Testing" on the protein content in winter wheat grain, we compiled a table of initial data (table 1), averaged for the region of study. The meteorological data is calculated for the vegetation period.

Table 1

Initial data for the Central Russia region

Year	Protein	HTC	Precipitation	Effective Temperature	TSUN	Cloudiness score	Solar radiation
1992	13.09	1.12	291.43	2632.15	776.67	6.11	33.90
1993	13.15	1.67	400.10	2405.43	748.33	4.30	37.03
1996	13.66	0.98	269.67	2739.92	938.00	5.12	39.30
1997	14.24	1.51	385.87	2547.77	869.33	3.13	41.33
1998	13.91	1.01	278.07	2758.22	935.67	5.77	40.67
2000	14.11	1.45	387.27	2662.65	840.33	5.81	39.30
2001	12.82	1.12	318.10	2820.23	897.67	3.92	41.23
2002	11.97	1.26	340.30	2710.43	886.67	5.53	37.80
2003	15.29	1.40	356.33	2556.92	693.50	3.52	38.47
2004	13.29	1.77	462.33	2613.85	405.50	5.70	40.87
2005	13.02	0.99	278.93	2814.13	904.50	3.81	41.50
2006	13.56	1.12	305.40	2720.60	949.00	6.06	38.50
2007	12.54	1.34	380.23	2875.13	912.50	4.25	40.43
2008	13.56	0.91	249.00	2773.47	756.00	6.64	39.80
2009	14.03	0.87	238.20	2778.55	887.00	4.53	39.27
2010	15.26	0.56	187.60	3318.40	1051.00	6.35	39.17
2011	14.32	1.15	324.03	2862.93	921.50	3.95	42.63
2012	15.74	1.18	356.77	3068.30	882.00	5.39	41.67
2013	13.32	1.14	324.03	2887.33	948.00	3.11	41.83
2014	12.10	0.83	235.07	2840.57	959.50	5.47	37.53
2015	13.79	0.84	244.97	2880.22	925.00	3.26	41.27
2016	13.70	1.33	386.93	2910.72	849.00	6.23	42.57
2017	12.78	1.14	298.33	2672.82	848.50	4.17	35.67
2018	13.40	0.81	239.60	2952.40	950.00	6.40	38.03
2019	12.33	0.70	193.60	2813.12	962.50	4.06	38.33
2021	14.23	1.07	315.90	2972.73	891.00	4.22	44.73
2022	12.32	1.24	336.83	2741.95	1005.00	6.54	34.33
2023	11.87	0.88	242.95	2815.15	839.50	3.68	35.20

Regression analysis is one of the most used tools in statistics. Regression is used to evaluate the relationships between two or more attributes of an object. Identifying and measuring relationships allows you to better understand what is happening in a particular location, predict where something might happen, or explore the reasons why something happens where it does [2].

Ordinary least squares (OLS) method is the most well-known of the regression methods. It is also the starting point for all types of spatial regression analysis. The method provides a global model of the variable or process you are trying to understand or predict; OLS constructs a regression equation to represent that process.

We will perform calculations in Python and use scikit-learn library. Scikit-learn is a popular and widely used library for machine learning and data analysis. This library is designed to develop and apply statistical and machine learning algorithms to solve various problems, such as classification, regression, cross-validation, and anomaly detection.

We obtain the formula for regression equation 1:

$$y = -13.1 + 0.006T_p - 0.053Rv + 0.232Ev - 0.169Obv + 14.717HTCv \quad (1)$$

Next, we will restore the series and predict the protein data for the last 5 years using the formula (Table 2).

Table 2

Protein forecast data from 2019 to 2023

Year	2019	2020	2021	2022	2023
Protein forecast	13.11	13.59	14.45	12.45	12.38

The results of the OLS (Ordinary Least Squares) regression show that the model explains 39.7% of the variation of the dependent variable y , which is a higher value than in previous cases. The coefficient of determination adjust P-squared indicates that a large number of variables will reduce the forecast results in the long term.

The F-score statistic can be used to determine whether a model is statistically significant. In our case, the F-statistic is 2.306, which is statistically significant at the 0.05 level. The probability of the F-statistic under the null hypothesis is 0.0723, which is below the level of statistical significance.

On average, regression models can predict protein content with an average error of 0.7 grams, which is a good result for such indirect indicators as weather data.

Protein content averages between 13 and 15%. A trend toward increasing protein content over time can be noted. This increase is most likely due to selection achievements [3]. However, it would be interesting to demarcate the selection factor and look at the impact of climate change on protein content in cereals.

References

1. Korotkikh, Yu. S. Agroindustrial Complex of Russia: Digital Transformation / Yu. S. Korotkikh, V. G. Ryabchikova // Наука без границ. – 2021. – No. 8(60). – P. 24-28
2. Kurzaeva L. V. Regression analysis in spreadsheets // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2016. – No. 12-7. – P. 1234-1238.
3. Mitrofanov O. P., Khakimova A. G. New genetic resources in wheat breeding to increase protein content in grain // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2016. – Vol. 20. – No. 4. – P. 545-554.
4. Основы агрономии на английском языке / Л. Е. Бабушкина, Т. А. Васильченко, А. А. Зайцев [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 178 с. – ISBN 978-5-605-10603-6.

УДК 631.42

ASSESSMENT OF THE AFTEREFFECT OF PHOSPHOGYPSUM AND COMPOST ON THE CARBON BALANCE OF LAWN ECOSYSTEMS IN SEASONAL AND INTER-SEASONAL DYNAMICS

Vasenev Peter Ivanovich, Postgraduate student, Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: petervas08.08.1992@gmail.com
Morev Dmitry Vladimirovich, CSc (Biology), Associate Professor at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: dmorev@rgau-msha.ru

Vasenev Ivan Ivanovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: vasenev@rgau-msha.ru

Abstract: *Due to high level anthropogenic impact on urban soils, agroecological problems of erosion and degradation have worsened, especially for old-arable sod-podzolic soils with initially low humus content and low sod horizons. The article presents the results of agroecological monitoring studies to assess the aftereffect of meliorants on integral indicators of carbon fluxes between local soil-plant systems obtained in the framework of microfield experience with lawn ecosystems.*

Keywords: *agroecology, atmosphere carbon sequestering, ecological assessment, aftereffect of phosphogypsum, aftereffect of compost*

Introduction

In light of global climate change, agroecological issues such as erosion and the agrogenic degradation of intensively cultivated arable soils have become increasingly significant [1, 2].

The increased intensity and frequency of spring and summer precipitation has led to increased surface runoff, causing accelerated erosion and the loss of humus-rich particles from the topsoil. These dry periods, which are longer than before, activate the mineralization of organic matter and plant residue, further reducing the amount of humus in the topsoil. This process, known as dishumification, is often accompanied by the disaggregation and compaction of soil horizons, reducing their porosity and their ability to absorb precipitation. This can lead to further accelerated erosion, especially in old-arable soils with low humus content and thin sod horizons. The accelerated development of erosion often leads to a sharp decrease in soil fertility and the need for bioremediation, especially when these soils are disturbed by human activities in the area affected by construction and transportation projects [3].

Our research focuses on investigating the use of industrial waste from the production of phosphogypsum and compost as a fertilizer to stabilize the carbon balance of regenerated topsoil in degraded sod-podzolic soil.

Additional interest in these studies is due to the problem of accelerated degradation of lawn ecosystems under increased recreational pressure in megacities. Lawns play an important role in maintaining the quality of urban environments, but most lawns created on peat-sandy soils or amended with peat are characterized by instability and require regular soil updates [4]. This instability is associated with the high aeration of peat and increased anthropogenic load, leading to accelerated mineralization and greenhouse gas emissions [5].

Materials and Methods

The research was conducted on the territory of the agrobiological station of the Field Experimental Station of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Fig. 1) during the field seasons of 2023-2024.

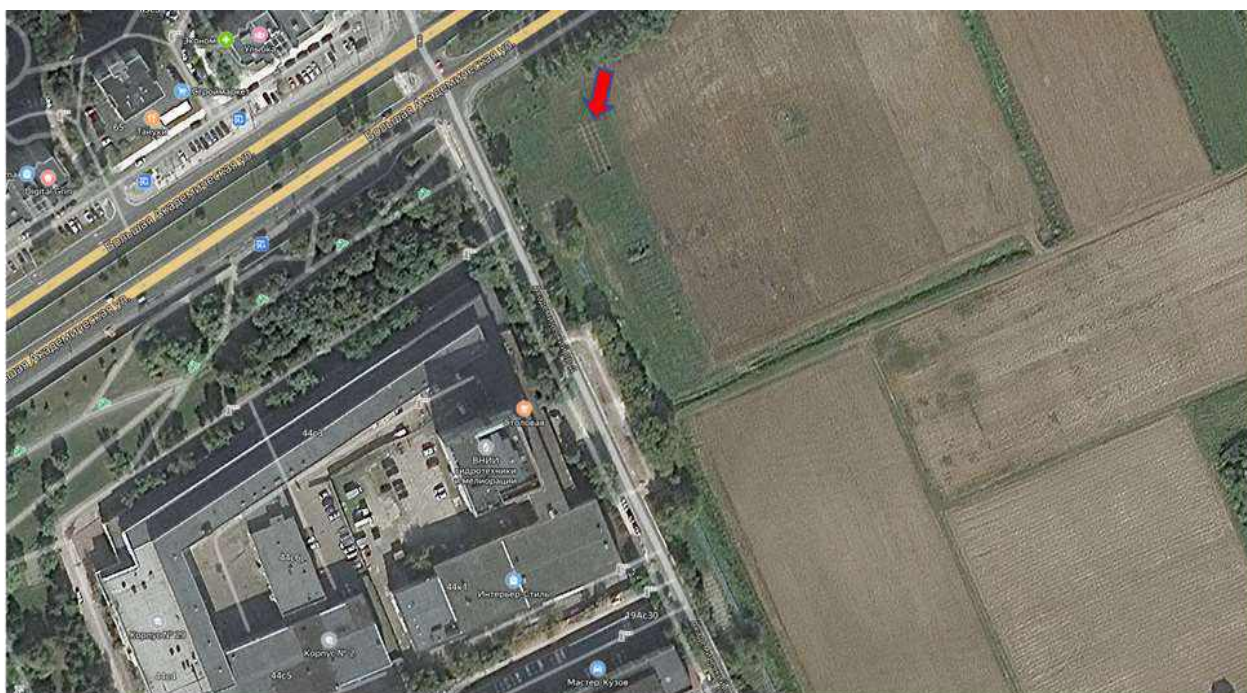


Fig. 1 The location of the Field demonstration experiment (55°50'24"N 37°33'02"E) at the Agroecological Station of the RSAU-MTAA

The scheme of the microplot field experiment included a control variant (without the use of phosphogypsum), as well as variants with increasing doses of phosphogypsum (1.5, 3.0, 4.5, and 6.0 t/ha) and the use of phosphogypsum in combination with quail droppings compost (4.5 t/ha + 2.0 t/ha and 6.0 t/ha + 2.0 t/ha). These were applied to peat-sandy soil (with a peat-to-sand ratio of 1:3) used in phytoremediation projects. The soil was applied in a layer of 15 cm to erosively degraded sod-podzolic soil.

For seeding, a grass mixture with the following composition was used: pasture ryegrass (*Lolium perenne*) (40%), red fescue Maxim 1 (*Festuca rubra*) (40%), green fescue Redlight (*Festuca rubra*) (10%), and meadow bluegrass (*Poa pratensis*) (10%). The seeding rate was 200 grams per plot.

To carry out seasonal monitoring of CO₂ fluxes at all plots after the initial formation of the grass cover the bases of the over-ground exposure chambers installed during the observation periods were installed.

Monitoring of the organic carbon content in the topsoil, soil moisture and temperature was carried out using traditional methods of agroecological monitoring and land assessment. Determination of carbon dioxide emissions from the soil was done using a portable gas analyzer PPS EGM-5 in situ. Aboveground biomass and its growth rate were measured by sequential mowing.

Results and Discussion

The conducted studies have shown a relatively small but statistically significant decrease in the bulk density of the turf topsoil in 4 out of 6 experimental variants, compared to the control group. The initial content of organic matter at the beginning of the growing season varied slightly and was statistically insignificant between the experimental groups. The maximum differences in average values did not exceed 3.5% of SOM (1.75% SOC). This is no more than 14% of the total SOM content, which is typical for peat-sandy soils.

At the end of the main growing season (22.09.2023), three variants of the experiment were conducted: with 1.5 t/ha of phosphogypsum, 2 t/ha of compost from quail droppings, and a

combination of 4.5 t/ha of phosphogypsum and 2 t/ha of compost per hectare. These variants showed statistically significant and pronounced results, even against the backdrop of seasonal dynamics in the accumulation of organic matter in the topsoil layer (6 centimeters thick).

Meanwhile, the content of organic matter in the control variant remained almost unchanged. In most of the soil-ground samples, the seasonal dynamics of soil CO₂ emission was pronounced, as measured during the day, between 10 a.m. and 3 p.m.

There are significant differences between the experimental variants in terms of the rate of above-ground biomass formation. In four variants of the experiment, (with 1.5 t/ha of phosphogypsum, with 2.0 t/ha of compost from quail droppings and with the use of phosphogypsum in combination with compost from quail droppings in doses of 4.5 t/ha + 2.0 t/ha and of 6.0 t/ha + 2.0 t/ha), there are statistically reliable differences that exceed 4-fold. These differences are accompanied by a relatively low variation between repetitions.

The seasonal accumulation of organic carbon in the topsoil, as well as the aboveground and root biomass, can be quantified by subtracting the total carbon emitted during the season in the form of soil CO₂ fluxes from the integral carbon flux between the soil and plant systems in the field experiment. This allows us to determine the carbon flux from the surface layer of the atmosphere to the soil system (Table 1).

Table 1

Assessment of integral indicators of carbon fluxes between local soil-plant systems studied in a microfield experiment and the surface layer of atmospheric air for the season (April – September 2023)

Variant	$\Delta\text{Corg-s}$, g/sq. m per season	$\Sigma\text{Corg-gr}$, g/sq. m per season	$\Sigma\text{Corg-r}$, g/sq. m per season	$\Sigma\text{C-CO}_2$, g/sq. m per season	Total carbon sink, g/sq. m per season
Control	12	55	17	903	-819
Phosphogypsum 1.5 t/ha	1704	227	68	1410	590
Phosphogypsum 3.0 t/ha	321	83	25	1110	-680
Compost 2.0 г/м ²	1434	267	80	902	879
Phosphogypsum 4.5 t/ha + Compost 2.0 t/ha	1733	220	66	1289	730
Phosphogypsum 6.0 t/ha + Compost 2.0 t/ha	4	231	69	1499	-1195

Note: $\Delta\text{Corg-s}$ is the reserves of organic carbon in the upper sod horizon of the regenerated sod-podzolic soil; $\Sigma\text{Corg-gr}$ – is in the aboveground biomass of the herbage; $\Sigma\text{Corg-r}$ – is in the root biomass of the herbage; $\Sigma\text{C-CO}_2$ – is the total soil carbon emission per season according to direct measurement of soil CO₂ fluxes *in situ*.

The following are similar data for the 2024 field season (Table 2).

Table 2

Assessment of integral indicators of carbon fluxes between local soil-plant systems studied in a microfield experiment and the surface layer of atmospheric air for the season (April – September 2024)

Variant	$\Delta\text{Corg-s}$, g/sq. m per season	$\Sigma\text{Corg-gr}$, g/sq. m per season	$\Sigma\text{Corg-r}$, g/sq. m per season	$\Sigma\text{C-CO}_2$, g/sq. m per season	Total carbon sink, g/sq. m per season
Control	-2211	55	17	1019	-3158
Phosphogypsum 1.5 t/ha	-1234	267	80	1166	-2053

Phosphogypsum 3.0 t/ha	-401	227	68	1754	-1859
Compost 2.0 t/ha	-665	133	40	1840	-2333
Phosphogypsum 4.5 t/ha + Compost 2.0 t/ha	-746	220	66	1559	-2018
Phosphogypsum 6.0 t/ha + Compost 2.0 t/ha	-1083	226	68	2018	-2807

Note: ΔC_{org-s} is the reserves of organic carbon in the upper sod horizon of the regenerated sod-podzolic soil; ΣC_{org-gr} – is in the aboveground biomass of the herbage; ΣC_{org-r} – is in the root biomass of the herbage; $\Sigma C-CO_2$ – is the total soil carbon emission per season according to direct measurement of soil CO_2 fluxes *in situ*.

Conclusions

Studies conducted to assess the impact of using phosphogypsum and quail manure compost (in various proportions and doses) on the stability of the carbon balance in the upper (0-6 cm) horizon of eroded sod-podzolic soil have shown that there are regular dependencies between the use of these amendments and the transition of the local ecosystem's carbon balance from a net emission to a net sink, according to the results from the 2023 field season (April - September). Despite the transition from a dominant carbon sink to a carbon emission in 2024, the overall trend has continued.

An assessment of the integral indicators of seasonal dynamics of carbon fluxes between local soil-plant systems in the studied microfield experiment and surface layer of atmospheric air revealed a positive effect of applied ameliorants on stabilization of carbon balance in lawn ecosystems in three experimental variants: with the use of phosphogypsum at a dose of 1.5 t/ha; compost at a dose of 2.0 t/ha and phosphogypsum in combination with compost in a dose (4.5 t/ha and 2.0 t/ha, respectively).

References

1. G. A. D. Tilaki, R. Rahmani, S. A. Hoseini, I. Vasenev, Acta Ecologica Sinica. 42, 1, 82-89 (2022)
2. L. Hou, W. Kong, Q. Qiu, Y. Yao, K. Bao, L. Zhang, H. Jia, I. Vasenev, X. Wei, Agriculture, Ecosystems and Environment. 336, 108020 (2022)
3. I.I. Vasenev, V.V. Chelnokov, V.V. Vershinin, T.N. Kovaleva, A.N. Glushko, A.S. Makarova, G.G. Priorov, V.M. Retivov, Yu E. Vasiliev, A.V. Matasov. Development of a methodology for monitoring the environmental impact of waste of the year-round maintenance of highways in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 663, 1, 012053 (2021)
4. A.S. Shchepeleva, M.M. Vizirskaya, V.I. Vasenev, I.I. Vasenev. Analysis of carbon stocks and fluxes of urban lawn ecosystems in Moscow megapolis in Springer Geogr., 80–88 (2019)
5. V.I. Vasenev, S. Castaldi, M.M. Vizirskaya, N.D. Ananyeva, A.S. Shchepeleva, I.M. Mazirov, K.V. Ivashchenko, R. Valentini, I.I. Vasenev. Urban soil respiration and its autotrophic and heterotrophic components compared to adjacent forest and cropland within the Moscow megapolis in Springer Geography (2018)

IRRIGATION PRECISE DE LA POMME DE TERRE AU BURUNDI : VERS UNE AGRICULTURE EFFICACE ET ECONOMIQUE

Manirakiza Venant, étudiant en première année du troisième cycle d'études, département des améliorations agricoles, l'Université agraire d'Etat de Russie, l'Académie d'agriculture de Moscou K.A.Timiriazev, venant_manirakiza@yahoo.fr

Guide de travail – Alekseï A. Zaitsev, CSc (Philology), maître de conférences, directeur du département des langues étrangères de L'Université agraire d'Etat de Russie – L'académie agricole Timiriazev, a.zaizev@mail.ru

Résumé: Les données sur les caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte, ainsi que le calcul de la norme et du temps d'arrosage de la pomme de terre selon les types de sols, sont présentés.

Mots clés: irrigation de la pomme de terre, système d'irrigation, irrigation goutte-à-goutte, régime d'irrigation

Introduction

Au Burundi, l'irrigation goutte-à-goutte optimise l'utilisation de l'eau et réduit l'incidence des maladies fongiques lors de la culture de la pomme de terre. Malgré un coût initial élevé, l'aide et les coopératives facilitent l'adoption de ce système par les petits exploitants. Un projet pilote à Ngozi a permis de réduire la consommation d'eau de 40 % et d'augmenter le rendement de 25 %.

L'irrigation goutte-à-goutte devient une méthode innovante et efficace pour la culture de la pomme de terre [5], notamment dans des contextes où la gestion des ressources en eau est cruciale, comme au Burundi. Cette méthode consiste à apporter de petites quantités d'eau directement à la base des plantes, en fonction de leurs besoins spécifiques, ce qui permet d'optimiser l'utilisation de l'eau tout en augmentant la productivité et la qualité des tubercules [4].

Matériels et Méthodes

L'étude, menée en 2023 dans la province de Ngozi au Burundi, s'est concentrée sur des parcelles de pommes de terre d'une superficie comprise entre 500 et 1 000 m². Un système d'irrigation goutte à goutte a été installé, financé par un microcrédit d'une ONG locale et mis en place avec l'aide de spécialistes. L'irrigation a été adaptée aux besoins des plantes selon leur stade de développement, en surveillant l'humidité du sol et en ajustant les apports en fonction des conditions météorologiques [1]. Les chercheurs ont mesuré la consommation d'eau, le rendement en tubercules et l'incidence des maladies fongiques afin d'évaluer l'impact du système sur la productivité et l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

Principes et avantages de l'irrigation goutte à goutte pour la pomme de terre

Le système d'irrigation goutte à goutte fonctionne à basse pression, délivrant l'eau directement à la base des plantes. Cette approche limite les pertes d'eau par évaporation ou infiltration profonde, atteignant une efficacité d'utilisation de 90 à 95 %.

Les principaux avantages incluent :

1. Réduction significative de la consommation d'eau, essentielle dans les zones à ressources limitées comme le Burundi.
2. Optimisation des rendements grâce à un apport hydrique adapté aux phases critiques du développement de la pomme de terre, notamment la stolonisation et la tubérisation.
3. Diminution de l'incidence des maladies fongiques, car l'irrigation localisée évite le mouillage excessif du feuillage et la stagnation de l'eau, conditions favorables au développement des infections.

4. Durabilité et économies grâce à la possibilité de placer les tuyaux entre les rangs et de les réutiliser plusieurs saisons, ce qui réduit les coûts et l'impact environnemental [2].

Coût initial et solutions pour les petits exploitants

L'un des principaux obstacles à l'adoption de l'irrigation goutte à goutte demeure le coût initial d'installation, qui représente un investissement important pour les petits agriculteurs du Burundi. Selon les analyses économiques disponibles, le coût moyen d'un système simple adapté à une petite parcelle varie de 150 à 300 dollars US [2], incluant les tuyaux, les gouteurs, les filtres et la main-d'œuvre.

Plusieurs solutions permettent de rendre cette technologie accessible :

- Subventions et microcrédits agricoles : des programmes de financement à faible taux ou des subventions ciblées peuvent alléger la charge financière initiale.
- Systèmes modulaires : installer des systèmes évolutifs que l'agriculteur peut agrandir progressivement selon ses moyens.
- Groupements d'agriculteurs : mutualiser les ressources et les coûts dans des coopératives pour l'achat et la gestion collective du matériel.
- Formation et appui technique : garantir une utilisation optimale de l'équipement pour maximiser le retour sur investissement.

Exemple concret de mise en œuvre réussie au Burundi

Dans le cadre d'un projet pilote mené en 2023 dans la province de Ngozi, des systèmes d'irrigation goutte à goutte ont été installés sur des parcelles de pommes de terre gérées par un groupe de petits agriculteurs. Grâce à l'appui technique et au microcrédit d'une ONG locale [3], les agriculteurs ont réduit leur consommation d'eau de près de 40 %, tout en augmentant leur rendement de 25 %. Jeanne Niyonkuru, l'une des bénéficiaires, explique :

«Auparavant, nous dépendions uniquement des pluies et nos récoltes étaient souvent maigres. Avec l'irrigation goutte à goutte, nous contrôlons mieux l'eau et nos pommes de terre sont plus grosses et plus saines. Le système est simple à utiliser et nous espérons l'étendre à d'autres cultures. »

Taille des parcelles: de 500 à 1 000 m² par agriculteur (estimation basée sur le coût d'installation)

Durée: 1 campagne agricole (2023)

Nombre de bénéficiaires: plusieurs dizaines d'agriculteurs membres d'un groupe local [4].

Résultats expérimentaux sur la fréquence d'irrigation

Une étude menée entre 2021 et 2023 a comparé différentes fréquences d'irrigation goutte à goutte pour la culture de la pomme de terre (Tab. 1). La fréquence variait d'un arrosage quotidien à un arrosage tous les 8 jours. Les résultats ont montré une baisse nette du rendement lorsque la fréquence d'irrigation diminuait. La différence entre un arrosage quotidien et un arrosage tous les 8 jours dépassait 40 %.

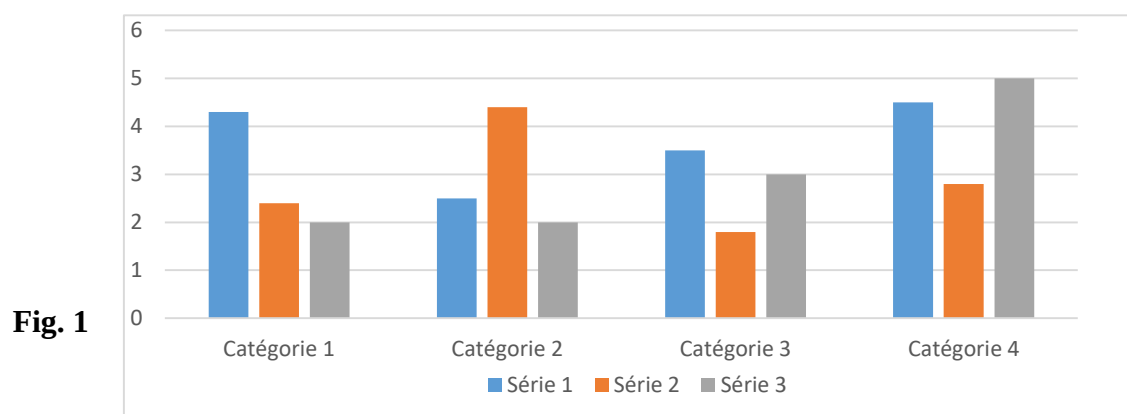
Tableau 1.

Fréquences d'irrigation goutte à goutte pour la culture de la pomme de terre

Fréquence d'irrigation (jours)	Rendement 2021 (t/ha)	Rendement 2023 (t/ha)
1	30	32
2	27	28
3	24	25

Fréquence d'irrigation (jours)	Rendement 2021 (t/ha)	Rendement 2023 (t/ha)
4	22	23
5	18	19
6	17	18

Un arrosage fréquent favorise également un enracinement plus profond (jusqu'à 60 cm), ce qui améliore l'absorption de l'eau et des nutriments et augmente l'efficacité globale du système d'approvisionnement en eau (Figure 1).



Fréquence d'irrigation (jours) Rendement 2001 (t/ha) Rendement 2002 (t/ha)

Perspectives de la culture de la pomme de terre au Burundi

Face aux problèmes persistants liés à l'eau au Burundi, l'irrigation goutte à goutte constitue une solution adaptée pour assurer la sécurité alimentaire et la durabilité de l'agriculture. En appliquant cette méthode, les agriculteurs burundais peuvent:

- Réduire la consommation d'eau tout en maintenant ou augmentant les rendements.
- Améliorer la qualité des tubercules grâce à une gestion précise de l'humidité.
- Diminuer les pertes dues aux maladies et à une utilisation inefficace de l'eau.
- Favoriser un développement agricole durable grâce à des systèmes réutilisables et économes en énergie.

Cependant, l'adoption de cette technologie nécessite un soutien technique pour la formation des agriculteurs ainsi que des investissements initiaux pour l'installation des infrastructures. Pour confirmer la rentabilité et l'efficacité de cette technologie au Burundi, il est recommandé de réaliser des essais pilotes adaptés aux conditions pédoclimatiques locales [2].

Discussion des résultats

Le projet pilote d'irrigation goutte à goutte mené en 2023 à Ngozi a permis de réduire la consommation d'eau de 40 % et d'augmenter le rendement de la pomme de terre de 25 %. Cette technologie optimise l'humidité du sol, limite les pertes d'eau, favorise un enracinement profond et réduit les maladies fongiques telles que le mildiou, améliorant ainsi la qualité des tubercules. Malgré le coût initial élevé qui freine son adoption par les petits exploitants [1], son déploiement nécessite un appui financier et technique. D'un point de vue écologique, cette méthode contribue au développement durable de l'agriculture en préservant les ressources en eau et en réduisant

l'utilisation d'engrais. En conclusion, l'irrigation goutte à goutte est une solution efficace, économique et durable pour la culture de la pomme de terre au Burundi, contribuant à la sécurité alimentaire et au développement durable [3].

Conclusion

L'irrigation goutte à goutte représente une avancée majeure dans la culture de la pomme de terre, surtout dans les régions où l'eau est une ressource limitée. Cette méthode permet d'économiser l'eau, d'augmenter les rendements et d'améliorer la qualité des tubercules tout en assurant une gestion durable des ressources hydriques. Les données expérimentales internationales confirment que la fréquence et la régularité de l'irrigation sont des facteurs clés pour maximiser la production. Une mise en œuvre raisonnée de cette technologie, adaptée aux conditions du Burundi et soutenue par des mécanismes financiers et techniques appropriés, pourrait contribuer significativement au développement agricole du pays et à la sécurité alimentaire [3].

Références

1. Netafim (2024, 18 avril). Irrigation précise de la pomme de terre - la solution du futur. Netafim France.
2. Forum burundi.org (2025, 8 avril). Mise en place d'un nouveau système d'irrigation goutte-à-goutte au Burundi.
3. Thibault, P. (2003). L'importance d'une irrigation adéquate dans la culture de la pomme de terre.
4. MFSR. (2019). Projet d'intensification de la production agricole et de réduction de la pauvreté au Burundi.
5. Лукьянченко, М. В. Растениеводство / М. В. Лукьянченко, А. А. Зайцев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. – 118 с.

УДК 635

THE EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZER RATES ON OKRA (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L.) GROWTH, YIELD, AND PEST INFESTATION IN SIERRA LEONE

Ibrahim Sahr Dugba, Postgraduate student, Department of Plant Growing and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Research Officer II, Sierra Leone Agricultural Research Institute (SLARI), Kabala Crop Research Center, idugba2016@gmail.com

Scientific adviser: Kukharekova Olga Vladimirovna, CSc (Agriculture), Associate Professor of the Department of Plant Growing and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kucharaov@gmail.com

Scientific language consultant: Babushkina Larisa Evgenievna, CSc (Pedagogy), Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, l.babushkina@rgau-msha.ru

Abstract. The article discusses that in tropical and subtropical regions, okra (*Abelmoschus esculentus* L.) is a vital vegetable crop that boosts nutrition and food security. However, pest infestations and low soil fertility constrain its production. In this study, the growth, production, and pest infestation of two okra types (Lady's Finger and Clemson Spineless) in Sierra Leone were examined at varying nitrogen (N) fertilizer rates (0, 100, 150, and 200 kg/ha). Data on plant height, leaf count, fruit yield, and insect pest occurrence were gathered using a Randomized Complete

Block Design. Comparing 100 kg/ha of urea to higher rates and the control, the results showed a substantial gain in plant growth and output. Nevertheless, higher pest invasion, especially concerning aphids and flea beetles, was also connected with higher N treatment. The study concludes that 100 kg/ha of nitrogen is ideal for okra cultivation in Sierra Leone, illustrating balanced yield gain with manageable pest burden.

Key words: Okra, nitrogen fertilizer, pest infestation, yield component.

ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, УРОЖАЙНОСТЬ И ЗАРАЖЕННОСТЬ ВРЕДИТЕЛЯМИ ОКРЫ (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L.) В СЬЕРРА-ЛЕОНЕ

Ибрагим Сар Дугба, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, второй научный сотрудник Сельскохозяйственного научно-исследовательского института Сьерра-Леоне (СХНИИ), Кабальский центр исследований сельскохозяйственных культур, idugba2016@gmail.com

Научный руководитель: Кухаренкова Ольга Владимировна, к.с.-х.н. доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, kucharaov@gmail.com

Научный консультант по иностранному языку: Бабушкина Лариса Евгеньевна, к.п.н, доцент, доцент кафедры иностранных и русского языков, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, l.babushkina@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье обсуждается, что в тропических и субтропических регионах бамия (*Abelmoschus esculentus* L.) является важной овощной культурой, которая способствует улучшению питания и продовольственной безопасности. Однако заражение вредителями и низкая плодородность почвы сдерживают ее производство. В данном исследовании были изучены рост, урожайность и зараженность вредителями двух сортов окры (*Lady's Finger* и *Clemson Spineless*) в Сьерра-Леоне при различных дозах азотных удобрений (0, 100, 150 и 200 кг/га). Данные о высоте растений, количестве листьев, урожайности плодов и наличии насекомых-вредителей были собраны с использованием метода рандомизированного полного блочного плана. Сравнивая 100 кг/га карбамида с более высокими дозами и контролем, результаты показали существенный прирост роста растений и урожайности. Тем не менее, более высокая инвазия вредителей, особенно тлей и блошек, также была связана с более высоким содержанием азота. Исследование пришло к выводу, что 100 кг/га азота является идеальным количеством для выращивания окры в Сьерра-Леоне, демонстрируя сбалансированный прирост урожайности при управляемом уровне вредителей.

Ключевые слова: Окра, азотные удобрения, заражение вредителями, компонент урожайности.

Introduction

Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) is a nutrient-rich vegetable extensively cultivated in tropical and subtropical areas [2]. Okra is grown in household gardens and smallholder farmlands in Sierra Leone during both the wet and dry seasons. The fruits are sold in practically every local market in the nation. In Sierra Leone, okra is usually in high demand, particularly during the dry season when there is a shortage of most native leafy vegetables-even though okra is widely grown, the market supply cannot keep up with demand, making it always pricey, especially in Sierra

Leone's cities during the dry season. In terms of nutrition, 100g of fresh okra has 2.1% protein, 0.2% fat, 18.6% calcium, 13.3% iron, 3.15% vitamin B, and 15.6% vitamin C. Okra has numerous nutritional and therapeutic advantages as well. Goiter, diabetes, ulcers, asthma, and other conditions can all be treated with it (Gemede et al., 2015) [4], Notwithstanding its economic and nutritional importance, okra production faces hurdles such as low soil fertility and pest attacks [1].

Assess the impact of nitrogen fertilizer rates on okra growth and yield, compare the performance of two okra types at different N levels, and determine the link between N application and pest infestation.

Materials and Methods

The experiment was carried out at Njala University Campus Horticultural Lower Nursery, Sierra Leone (7°N, 12°W). The area has a tropical climate with distinct wet (May–October) and dry (November–April) seasons. Soil analysis revealed a sandy clay loam texture with low organic matter (0.72%) and nitrogen (0.06%). A randomized complete block design with three replications was used, plot Size of 3.5 m × 2.5 m, with 50 cm × 75 cm spacing. Varieties were Lady's Finger and Clemson Spineless with treatments of Four N rates (0, 100, 150, and 200 kg/ha urea). Data Collection was done on the following growth Parameters: Plant height, leaf count, and germination percentage. yield Parameters: Number of fruits per plant, and pest infestation: Aphid and flea beetle counts. Statistical Analysis was done using SAS software (version 12), with means separated by LSD at $*p \leq 0.05$.

Results

Growth Parameters

Gradually, an increase in Plant height with N application level 100 kg/ha (Table 1). No significant differences ($p > 0.05$) were observed between varieties.

Table 1 shows the effects of N fertilization rates on height for two okra cultivars from two to five weeks post-planting. Notwithstanding plant height increasing gradually over the weeks following planting, as demonstrated by P values ($p=0.05$), the results do not reveal any significant differences between cultivars or treatments. There is no noticeable variation in the impacts on the measured plant height value. Consequently, treatments and variations are unaffected. The treatment impact of the various dosages is what causes the gradual increase in plant height. The control group had the lowest mean height (Table 1). Since LSD did not exhibit any noticeable change, a remedial effect was noted.

Yield Parameters

The highest fruit yield was achieved at 100 kg/ha (4.1 fruits/plant), falling at higher N rates (Table 2).

Results from Table 2 show that there was no significant difference between treatments and among varieties. However, there was an effect between treatments and among varieties. The F-value observed did not show any significant difference between varieties and treatments. P-value also observed did not show any significant difference among varieties and between treatments. The treatment effect was a result of the different doses. The growth parameters progressively increase with WAF.

Table 1

Effect of N Fertilizer on Okra Plant Height (cm)								
Treatments	2WAP		3WAP		4WAP		5WAP	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
100kg/ha	9.41	10.23	19.74	21.26	55.07	64.07	57.07	67.40
150kg/ha	8.97	9.53	23.28	23.88	55.60	61.87	57.60	63.87
200kg/ha	8.07	6.56	20.12	16.64	42.20	32.20	44.20	34.20
Control	8.80	6.73	19.83	18.02	50.33	37.73	52.67	39.73
Fval	0.59		0.36		0.12		0.09	
Pf(0.05)	0.45		0.55		0.73		0.77	
LSD	1.541		2.7969		11.285		11.289	

Table 2

Effect of N Fertilizer on Okra Fruit Yield

Treatments	1WAF		2WAF		3WAF		4WAF	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
100kg/ha	1.2	1.7	2.9	3.9	4.1	4.5	3.9	4.8
150kg/ha	1.3	1.5	3.3	3.8	2.4	2.1	4.6	4.7
200kg/ha	0.9	0.5	1.6	1.3	3.5	2.5	2.8	2.3
Control	1.2	0.6	2.9	1.9	3.6	4.5	3.8	2.8
Fval	0.07		0.00		0.00		0.04	
Pf(0.05)	0.7988		0.9727		0.9745		0.8538	
LSD	0.409		1.0154		1.0901		1.0378	

Pest Infestation

Insect populations (aphids, flea beetles) increased with N application, thriving at 150–200 kg/ha (Table 3).

Table 3

Effect of N Fertilizer on Insect Counts per Plant								
Treatments	2WAP		3WAP		4WAP		5WAP	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
100kg/ha	3.9	1.3	8.5	7.4	10.1	13.5	9.3	7.5
150kg/ha	0.9	1.0	5.0	4.2	6.8	7.4	6.9	5.5
200kg/ha	0.9	0.3	5.1	3.5	7.9	6.2	6.0	5.6
Control	2.4	3.3	4.7	10.7	7.1	13.0	4.3	10.9
Fvalue	2.24		0.25		2.31		0.17	
Pf (0.05)	0.0866		0.6260		0.1479		0.6814	
LSD	1.2738		2.5998		3.6014		3.6338	

Results from Table 3 show that there was no significant difference between treatments and among varieties. The p-value recorded did not show any significant difference between treatment

and among varieties. The F-value also recorded did not show any significant difference among varieties and between treatments. LSD values recorded did not show any significant difference among varieties and between treatments. There was an effect on the number of insects as a result of different treatments. Treatment one (200kg/ha) shows high mean values as compared to the control, with the lowest mean value. However, there was no significant difference among varieties and between treatments.

Discussion

Consistent with Uwah et al. [7], the 100 kg/ha N rate enhanced okra yield and growth. Plant height, leaf count, stock diameter, fruit length and diameter, number of fruits per plant, average fruit weight, and okra output are all negligibly impacted by nitrogen rates of 120 and 150 kg/ha. These rates are believed to be essential for okra production. Applying more than 150 kg of nitrogen per hectare could lower the output of the vegetables grown in Thua Thien Hue [5]. The yield of the vegetables grown in Thua Thien Hue could be reduced by applying a nitrogen rate of over 150 kg/ha [5]. Raised N application correlated with higher pest populations, upholding the hypothesis that N-rich phloem sap attracts insects [6]. Organic amendments (e.g., poultry manure) may mitigate this effect by slowing N release [3].

Conclusion

The optimal nitrogen ratio is 100 kg/ha of urea, which increases okra yield without putting too much strain on pests. Nitrogen fertilization should be used concurrently with integrated pest control (IPM) techniques. Additional Research on assessing mixtures of organic and inorganic fertilizers for sustainable okra production.

References

1. Atijegbe, S. R., Nuga, B. O., Lale, N. E. S., & Osayi, R. N. (2014). Effect Of Organic And Inorganic Fertilizers On Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Production And Incidence Of Insect Pests In The Humid Tropics. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(4), 25-30. DOI: 10.9790/2380-07432530
2. Awurum, A. N., & Okerie, I. B. (2011). Control of field fungal diseases of okra using extract of some plants. *Journal of Plant Pathology*, 12(3), 45-52
3. Karnataka, J. K. (2008). Poultry manure as a slow-release nitrogen source: Effects on pest dynamics and crop yield. *Journal of Sustainable Agriculture*, 32(4), 512–525
4. Gemedé, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., & Beyene, F. (2015). Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(6), 1-6. DOI: 10.4172/2157-7110.1000458
5. Phung, T. B. H. and Pham, T. (2020), Influence of nitrogen fertilizer rate on the growth and yield of Ly Son garlic (*Allium sativum* L.) plants in sandy soil at Quang Dien commune, Thua Thien Hue province, *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 18(8), 562–569.
6. Sultana, S. (2002). Nitrogen fertilization and its impact on pest populations in crop plants. *Journal of Agricultural Entomology*, 19(3), 145–156.
7. Uwah, D. F., Nwagwu, F. A., & Iwo, G. A. (2010). Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to different rates of nitrogen and lime on an acid soil. *International Journal of Agriculture Sciences*, 2(2), 14-20.

УДК 57.084.1, 57.083.3, 571.27

ENGINEERING A RECOMBINANT *ESCHERICHIA COLI* M17 PROBIOTIC FOR *IN VIVO* EXPRESSION AND DELIVERY OF IMMUNOREGULATORY CTB IN THE GASTROINTESTINAL TRACT AND ITS IMPLICATIONS FOR CROHN'S DISEASE THERAPY AND INTESTINAL REGENERATION

Jamgochian H. Hamesd, Postgraduate student, Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: hamesdja22@gmail.com

Scientific adviser: Sultanova Irina Vladimirovna, CSc (Pedagogy), Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: irina_sultanova@mail.ru

Abstract. Tissue regeneration can be activated by delivering regulatory molecules to the site of damage that promote this process. A recombinant probiotic strain of *E. coli* has been developed to deliver target protein products to the gastrointestinal tract.

Keywords: gastrointestinal tract; Crohn's disease; regeneration; *Escherichia coli*; β -subunit of cholera toxin; CTB.

Contextualizing Tissue Repair Challenges. The physiological process aimed at restoring structural and functional integrity to tissues compromised by either traumatic injury or pathological disease states frequently manifests as protracted and suboptimal. This inefficacy is particularly pronounced within microenvironments characterized by persistent inflammatory signaling cascades, exemplified by the chronic inflammatory pathology observed in Crohn's disease, where inflammation actively impedes regenerative pathways.

Therapeutic Strategy: Targeted Delivery of Regenerative Effectors. A promising therapeutic paradigm to enhance tissue restitution involves the localized administration of bioactive regulatory molecules capable of directly stimulating regenerative mechanisms precisely at the site of tissue damage. Achieving this targeted delivery significantly increases the probability of a successful and functionally complete reparative outcome.

Probiotic Vectors as a Delivery Platform for the GI Tract. One highly viable methodological approach for facilitating the site-specific delivery of such pro-regenerative effectors to the luminal and mucosal compartments of the gastrointestinal (GI) tract leverages recombinant probiotic bacterial strains functioning as biological vectors. These engineered strains inherently possess beneficial properties, including demonstrable antagonistic activity against resident pathogenic microorganisms and the capacity to stimulate the establishment and maintenance of a balanced, symbiotic gut microbiota (eudicosis). Critically, this normalization of the microbial ecosystem itself constitutes a supportive environment conducive to the activation and progression of endogenous regenerative processes.

Rationale for Developing a Dedicated Probiotic Production Strain. A significant limitation inherent in conventional methodologies for recombinant protein production lies in the reliance on laboratory-adapted prokaryotic strains (e.g., *E. coli* BL21(DE3)). These strains, while optimized for high-yield expression in controlled fermentation settings, are fundamentally artificial constructs lacking the intrinsic ecological fitness, safety profile, and host-adaptive features required for reliable function and persistence within the complex mammalian gastrointestinal niche. Consequently, they are unsuitable for direct therapeutic deployment as delivery vehicles *in vivo*.

Specific Research Aim and Model System. To address this critical translational gap, the primary objective of this investigation was the deliberate design and construction of a recombinant probiotic *Escherichia coli* strain. This engineered bacterium is intended to serve as a platform

capable of executing tightly regulated, inducible expression of a specified target therapeutic protein both under controlled *in vitro* laboratory conditions and, crucially, following colonization within the intestinal tract of a living animal host.

Selection of Probiotic Chassis and Model Therapeutic. The foundational biological chassis selected for this genetic engineering effort was the well-characterized probiotic strain *Escherichia coli* M17. This strain possesses empirically validated properties, notably its efficacy in suppressing the proliferation of pathogenic microorganisms within the gut microbiota. The model heterologous protein chosen for expression and functional assessment within the recombinant *E. coli* M17 system was the β -subunit of cholera toxin (CTB), whose production is directed by the corresponding *ctxB* gene.

Justification for CTB as the Model Effector. The strategic selection of CTB as the exemplar therapeutic payload was predicated upon a substantial body of compelling empirical evidence highlighting its significant immunomodulatory and anti-inflammatory potential. Particularly relevant to gastrointestinal pathologies, research has robustly demonstrated that CTB administration effectively ameliorates inflammatory processes characteristic of Crohn's disease [1]. The mechanistic basis for this therapeutic effect involves CTB's documented capacity to modulate key cytokine networks: it significantly downregulates the secretion of pro-inflammatory cytokines interleukin-12 (IL-12) and interleukin-6 (IL-6), while concurrently upregulating the production of the potent anti-inflammatory cytokine interleukin-10 (IL-10) [2].

Molecular Genetic Engineering Strategy. To enable efficient translocation of the synthesized CTB protein across the bacterial membrane for subsequent interaction with host tissues or the luminal environment, the *ctxB* gene sequence was genetically fused in-frame to a DNA sequence encoding the well-characterized secretion signal peptide derived from the *Escherichia coli* outer membrane protein A (OmpA). This chimeric gene construct (OmpA signal sequence::*ctxB*) was then directionally cloned into a modified expression plasmid vector, pET22b.

Vector Modification for Host-Compatible Expression. A critical modification was introduced to the parental pET22b vector backbone to render its expression system compatible with deployment in a probiotic strain within a mammalian host, eliminating the dependence on heterologous phage-derived components. Specifically, the bacteriophage T7 promoter, which necessitates the co-expression of T7 RNA polymerase (typically provided from a chromosomal locus like DE3 in lab strains), was replaced with the constitutive bacterial T5 promoter. The T5 promoter is recognized and transcribed directly by the endogenous *E. coli* RNA polymerase holoenzyme, thereby obviating the requirement for any viral polymerase and enabling autonomous, inducible expression solely by the host bacterium's native transcription machinery.

Construction of the Recombinant Expression Vector and Probiotic Strain. Following the molecular engineering strategy outlined previously, the specific genetic construct was successfully assembled. This resulted in the generation of the *pET22b-T5-OmpA-CTB* plasmid vector. This vector incorporates the modified T5 promoter, the sequence encoding the OmpA secretion signal peptide, and the gene encoding the cholera toxin β -subunit (CTB). This engineered vector was subsequently introduced, via standard transformation procedures, into the competent cells of the selected probiotic chassis organism, *Escherichia coli* M17. The successful uptake and stable maintenance of the pET22b-T5-OmpA-CTB plasmid within the *E. coli* M17 host yielded the desired recombinant bacterial strain, designated *E. coli* M17-CTB.

Optimization of Inducible Expression: Lactose as a Physiologically Compatible Inducer. While isopropyl β -D-1-thiogalactopyranoside (IPTG) represents the conventional and highly effective chemical inducer for triggering recombinant protein expression *in vitro* within laboratory settings, its inherent chemical nature and lack of physiological relevance render it

entirely unsuitable for deployment within a living animal host (*in vivo*). Consequently, to achieve regulated expression of CTB both *in vitro* and, critically, within the gastrointestinal tract, the disaccharide sugar lactose was employed as the inducing agent. Lactose serves as the natural substrate for the *lac* operon repressor system governing the T5 promoter in this construct, thereby providing a biocompatible induction mechanism. Importantly, quantification of recombinant CTB protein production *in vitro* revealed that induction using lactose yielded a protein titre comparable in magnitude to that achieved using IPTG. Specifically, the expression level reached 50 milligrams of CTB per liter of bacterial culture under both induction regimes, validating lactose as an efficacious alternative inducer for this system.

***In Vivo* Validation Strategy: Detecting Expression via Mucosal Immune Response.** The subsequent and pivotal experimental phase focused on empirically demonstrating the functional expression of the recombinant CTB protein within the intestinal lumen of a live animal model. Direct biochemical quantification of CTB synthesized *in situ* within the complex gut environment presents significant technical challenges. Therefore, an indirect yet highly specific and physiologically relevant detection strategy was employed, leveraging the expected immunogenic properties of CTB. The foundational premise was that sustained production and likely secretion (facilitated by the OmpA signal sequence) of CTB by the recombinant *E. coli* M17-CTB strain colonizing the gut would expose the host's mucosal immune system to this antigen. This exposure should consequently elicit a measurable mucosal immune response, specifically the production of secretory immunoglobulins (antibodies) directed against CTB.

Experimental Design for *In Vivo* Expression Assessment. To rigorously evaluate the hypothesis regarding functional *in vivo* expression of the Cholera Toxin B subunit (CTB), a controlled murine experiment was conducted utilizing BALB/c mice as an immunocompetent model system. The test cohort received two discrete intragastric inoculations of the recombinant *Escherichia coli* M17-CTB probiotic strain, each delivering 1×10^8 colony-forming units (CFU) suspended in phosphate-buffered saline (PBS, pH 7.0). Administrations were performed via oral gavage using a sterile intubation probe to ensure precise gastric delivery, with a six-week interval between inoculations to facilitate bacterial colonization kinetics, prime adaptive immunity, and permit booster immunogenic stimulation. To establish immunological baselines and isolate CTB-specific responses, two control cohorts were implemented: a specificity control group receiving identical inoculations of the isogenic parental *E. coli* M17 strain (lacking the pET22b-T5-OmpA-CTB vector) and a procedural control group administered PBS vehicle (pH 7.0) without bacterial cells. Biological samples were harvested fourteen days post-terminal inoculation – a timepoint optimized for mature adaptive humoral response development following booster immunization. Collected specimens included peripheral blood serum, processed to isolate circulating immunoglobulins indicative of systemic immunity, and intestinal luminal washings obtained by gentle lavage to capture mucosal immunoglobulins, predominantly secretory IgA (sIgA), representing the primary effector mechanism of gut-associated lymphoid tissue (GALT) responses.

Detection of CTB-Specific Immune Response. The presence and titre of anti-CTB antibodies within the collected serum and intestinal washing samples were quantitatively assessed using a highly specific enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). This immunoassay technique detects antibodies capable of binding specifically to the CTB antigen. Crucially, the analysis successfully detected the presence of antibodies specifically recognizing CTB in samples derived from mice that had received the recombinant *E. coli* M17-CTB strain. This seroconversion and mucosal antibody production were not observed in the control groups receiving only the parental M17 strain or buffer [3,4].

Interpretation and Core Conclusion. The detection of a CTB-specific humoral and mucosal immune response provides compelling indirect evidence that the recombinant *E. coli* M17-CTB strain was functionally active within the murine gastrointestinal tract. Specifically, it confirms that the strain successfully expressed and presented the CTB protein antigen to the host's immune system following colonization. Therefore, this experimental result definitively demonstrates, using CTB as the model regulatory polypeptide, the fundamental feasibility and efficacy of the developed platform: the probiotic *Escherichia coli* M17 strain can be genetically engineered to achieve inducible expression of target protein molecules not only under controlled *in vitro* laboratory conditions but also, and most significantly, within the complex physiological environment of the animal intestine.

Therapeutic Implications and Future Research Potential. Based on the proven ability of the recombinant *E. coli* M17-CTB strain to express an immunomodulatory protein *in vivo*, and given the established therapeutic potential of CTB itself in mitigating intestinal inflammation (as referenced earlier), the engineered *E. coli* M17-CTB strain emerges as a highly promising candidate for further investigative studies. It warrants evaluation in preclinical research focused on novel therapeutic strategies for managing chronic inflammatory bowel pathologies, such as Crohn's disease, and potentially in scenarios involving intestinal tissue damage and repair, including models of intestinal transplantation where modulating inflammation and promoting regeneration is critical.

References

1. Boirivant M., Fuss I.J., Ferroni L., et al. Oral administration of recombinant cholera toxin subunit B inhibits IL-12-mediated murine experimental (trinitrobenzene sulfonic acid) colitis // J Immunol. 2001. Vol. 166, N 5. P. 3522–3532. doi: 10.4049/jimmunol.166.5.3522.
2. Denes B., Fodor I., Langridge W.H. Persistent suppression of type 1 diabetes by a multicomponent vaccine containing a cholera toxin B subunit-autoantigen fusion protein and complete Freund's adjuvant // Clin Dev Immunol. 2013. ID 578786. doi: 10.1155/2013/578786.
- 3- Jamgochian, H. Creation of a heterologous expression system and optimization of the method for producing the β -subunit of cholera toxin in *E. coli* cells / H. Jamgochian, M.V. Zamakhaev, N.N. Sluchanko, A.V. Goncharenko, M.S. Shumkov // Biochemistry. - 2023. - vol. 88. - No. 9. - p. 1581–1596. doi: 10.31857/S0320972523090105.
- 4- Jamgochian, H. Immunogenicity of Recombinant CtxB Protein Upon Subcutaneous and Oral Administration / H. Jamgochian, M.S. Kotlyarova, M.S. Shumkov, A. V. Goncharenko // News of the Ufa Scientific Center. - 2025. - No. 1. - P. 75-79.

УДК 004.896

NEURAL NETWORKS ALGORITHMS AND MODELS IN SOLVING THE PROBLEMS OF PROTECTED VEGETABLE FARMING: A SHORT REVIEW OF THEIR IMPLEMENTATIONS

Ivanov Alexander Mikhailovich, Postgraduate student, Department of Statistics and Cybernetics, Institute of Economics and Management in Agribusiness, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ivanov_sasha2000@mail.ru

Scientific adviser: Fomina Tatiana Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract: *Intelligent greenhouses represent significant advancement in modern agriculture. To control the processes in smart greenhouses, machine learning algorithms are used. In this article, different practical implementations of neural networks in protected farming are discussed.*

Keywords: *neural network, machine learning, protected vegetable farming, protected horticulture, greenhouse environment control.*

1. Introduction

Intelligent greenhouses represent a significant advancement in modern agriculture. The development of smart greenhouses is a response to pressing global challenges, such as the scarcity of agricultural land, increasing water shortages, climate variability and unpredictable weather events. By providing controlled environments, these systems are crucial in stabilizing crop prices and ensuring food security. To control the processes in smart greenhouses, machine learning algorithms are highly used. They help with more precise management of crop growing, resulting in higher yields and lesser resource consumption. Among them there are neural networks, which can make predictions of complex multi-factor patterns in greenhouse environments, also acting as a key technology in image processing.

Taking into account the relevance of the topic, we are performing research on neural network algorithms and models in solving the problems of protected vegetable farming as a part of PhD thesis. The main goal is to create a new neural network model for application in automated greenhouses. To achieve this goal, we should complete the following objectives:

1. To review the existing studies on the topic: to identify the problems of protected vegetable farming, implications of existing neural network algorithms and their limitations; to decide on specific practical application for further research.
2. To program and train a neural network algorithm, that will improve performance of existing similar models.
3. To create a practical application, utilizing the developed algorithm and to evaluate its efficiency in a real environment.

The research is taking place in Timiryazev Russian State Agrarian University, from 2024 to 2027. As we are still in the first stage of research, we can propose only expected results in the form of a new neural network model, improving the automated greenhouse work cycle. The required equipment consists of a computer for programming and training the model and at the later stages, an experimental greenhouse for approbation.

The study will utilize methods of machine learning, especially deep learning, but particular methods are highly dependent on the specific task. To identify different practical implications of neural networks in greenhouses, a literature review was performed. In this article we will show some of the findings, aiming to represent various research directions from the newest and most relevant sources.

2. Neural networks implementations in protected farming

Optimization of greenhouse climate control aims to maximize crop yield and resource efficiency. It involves regulation of critical parameters such as temperature, humidity and CO₂ levels, which are essential for plant health and productivity. Careful management of these parameters improves greenhouse production efficiency by minimizing risks to crops. A key challenge of this application lies in uncertainties in weather prediction and modeling inaccuracies, which can result in violation of climate constraints and increased risk of plant diseases.

To address this challenge, Mallick et al. [1] (2025) developed a hybrid approach, combining Model Predictive Control (MPC) and Reinforced learning. This architecture enables the system to adapt to uncertainties by learning from operational data. A model was trained by penalizing constraint violations, rewarding biomass growth and minimizing energy usage. The experiment was conducted on a lettuce greenhouse model.

The goal of irrigation management is to optimize water usage, by processing data from soil moisture sensors, ambient temperature, and humidity. It often aims to adjust the amount and timings of water delivery, based on the condition of specific plants, which reduces water waste and improves plant growing.

Tancredi et al. [2] (2025) conducted an experiment in a living lab with 20 potted olive trees irrigated via drip systems. For the task they chose a Multi-layer Perceptron (MLP) model with two hidden layers. It performs binary classification of irrigation status, achieving 98.1% accuracy and demonstrating scalability potential for other crops. Additionally, the model is taking into account atmospheric pressure and CO₂ level.

Another way of increasing crop yield is precisely meeting specific plant nutrient needs. Precision fertilization reduces over-fertilization, lowering costs and environmental harm. Unlike lab-based methods, it is less resource-intensive and can predict optimal fertilizer dosing in real time.

To develop a precision fertilization method, Tang et al. [3] (2024) used an Improved Backpropagation Neural Network, showing high accuracy on the recommended amount of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) for target yield. Experiments were conducted in a greenhouse on komatsuna, a leafy vegetable. Soil parameters such as available phosphorus, available potassium, alkaline hydrolysis nitrogen, pH, organic matter, and bulk density were analyzed.

Precision fertilization is closely related to nutrient deficiency detection. Early stress detection in plants enables timely nutrient adjustments, preventing yield reduction. Traditional monitoring methods, such as visual inspection or RGB sensors, are often insufficiently sensitive and labor-intensive, leading to delayed problem identification, while automation reduces human error and improves diagnostic accuracy.

Nagarajan et al. [4] (2025) developed an automated system combining hyperspectral imaging (HSI) and ensemble machine learning techniques to detect nutrient deficiencies at early stages (within 3 days of stress induction). The research was conducted on green lettuce grown in a two-tier deep water culture (DWC) hydroponic system with controlled LED lighting and nutrient solutions. Nutrient deficiencies (calcium, potassium, iron) were artificially induced in one group of plants for comparison with healthy samples.

Crop yield prediction aims to anticipate weekly yield fluctuations, enhancing greenhouse management efficiency. Accurate predictions help to optimize labor, logistics and marketing strategies, avoiding overproduction or underproduction while maintaining consistent year-round produce quality.

Shawon et al. (2025) [5] provided a systematic literature review of ML/DL techniques for crop yield prediction from 2017–2024. The most commonly used algorithms of deep learning proved to be Convolutional Neural Network (CNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Recurrent Neural Network (RNN), Deep Neural Network (DNN). Other machine learning algorithms, like Linear Regression (LR) and Random Forest (RF) are also used. The main features are temperature, soil type, vegetation, rainfall measurements, and remote sensing data. The main problems were identified as insufficient amounts of data, variability of climatic conditions and difficulties in integrating models into real agricultural systems.

Early disease and pest detection reduces pesticide use and minimizes crop losses. Traditional diagnostic methods, such as visual inspection or lab tests, are time-consuming and labor-intensive, leading to delayed treatment and reduced yields, while machine learning aided systems can mitigate these disadvantages.

Zimmermann et al. [6] (2025) developed an automated machine learning-based system for accurate classification of tomato leaf diseases using smartphone images. For classification, the authors proposed a combination of Convolutional Neural Networks (CNNs) and ensemble methods. Resulting models have shown ability to detect disease combinations and assess severity stages with 86.56% accuracy.

Automatic ripeness detection is a significant task in protected agriculture. Traditional manual harvesting and sorting methods are labor-intensive and prone to human error, reducing production efficiency. Automating this process using computer vision and deep learning enables minimizing crop losses by accurately determining the optimal harvest time and improving product quality, as tomatoes can be harvested at the most suitable ripeness stage for transportation or storage.

Nahiduzzaman et al. [7] (2025) developed a model, performing classification of tomatoes into three ripeness stages: unripe, partially ripe, and ripe. The research conditions ensured diversity in lighting, background, and tomato varieties. To solve the problem, the authors employed the YOLOv8 (You Only Look Once version 8) model – a state-of-the-art object detection algorithm based on Convolutional Neural Networks (CNNs).

3. Conclusion

Overall, we explored the most promising directions of greenhouse automation, where machine learning and neural networks are applied to address practical issues, like climate control, irrigation management, precise fertilization, nutrient deficiency detection, yield prediction, disease and pest detection and ripeness detection. According to studies we reviewed, in terms of model types, computer vision (image classification and object detection) and reinforcement learning are utilized. In terms of methods, both classification and regression are used.

In addition to deep learning, other types of machine learning models are also used in greenhouse automation. Respectively, many of the neural network greenhouse applications are suitable not only for vegetables and not only in protected farming. Thereafter, some adjacent fields of research can be of interest.

After reviewing existing studies, further research is required to achieve the expected results of our work.

In conclusion, it is worth mentioning that this field of research has considerable economical significance in the form of enhancing cost efficiency of automated greenhouses. It also provides some social value by contributing to food security, and ecological relevance, by allowing more effective water and energy usage, and more scarce and precise use of herbicides and pesticides.

References

1. Mallick S. et al. Reinforcement Learning-based Model Predictive Control for Greenhouse Climate Control // *Smart Agric. Technol.* 2025. Vol. 10. P. 100751.
2. Carlo Tancredi G.P., Preite L., Vignali G. Digital twin enhanced with Machine Learning Algorithms for Irrigation Management Using Sensor Data // *Procedia Comput. Sci.* 2025. Vol. 253. P. 2419–2427.

3. Tang R. et al. Design of precise fertilization method for greenhouse vegetables based on improved backpropagation neural network // *Front. Sustain. Food Syst.* Frontiers Media SA, 2024. Vol. 8.
4. Nagarajan S., Antony M.M., Vadakke Matham M. Early and accurate nutrient deficiency detection in hydroponic crops using ensemble machine learning and hyperspectral imaging // *Smart Agric. Technol.* 2025. Vol. 11. P. 100952.
5. Shawon S.M. et al. Crop yield prediction using machine learning: An extensive and systematic literature review // *Smart Agric. Technol.* 2025. Vol. 10. P. 100718.
6. Zimmermann G.B. et al. Enhancing Disease and Pest Detection in Greenhouse Tomato Cultivation Using Advanced Machine Learning on New Dataset of Images // *J. Braz. Comput. Soc. Sociedade Brasileira de Computacao - SB*, 2025. Vol. 31, № 1. P. 187–202.
7. Nahiduzzaman M. et al. Deep learning-based real-time detection and classification of tomato ripeness stages using YOLOv8 on raspberry Pi // *Eng. Res. Express.* 2025. Vol. 7, № 1. P. 015219.
8. Фомина Т.Н. Вычислительная техника и компьютерные технологии, Basic English programming and computer science terms and glossary, краткий англо-русский словарь / Москва, 2016.

УДК 631.95: 636.03

CURRENT METHODOLOGICAL CHALLENGES OF AGRO-ENVIRONMENTAL CLIMATE PROJECTS IMPLEMENTED IN RUSSIA IN THE CATTLE SECTOR

Ilyanov Stanislav Borisovich, Postgraduate student, Department of Ecology, A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management, and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: ilianov99@mail.ru

Vasenev Ivan Ivanovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Ecology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: vasenev@rgau-msha.ru

Abstract: Russia is actively integrating into the sustainable development agenda by building national infrastructure for implementing climate projects and trading carbon units.

The development of methodologies for climate projects in the cattle sector requires consideration of agro-environmental factors, international experience, and must facilitate broad integration into global carbon markets. This direction holds significant potential for reducing greenhouse gas (GHG) emissions and ensuring the sustainable development of the entire agricultural sector of the country.

Keywords: agro-environmental climate projects, enteric methane formation, regulated organizations, climate project methodology, carbon unit registry.

Over the past three years, Russia has established a legal framework for the development and implementation of climate projects. Starting from 2025, in accordance with the Federal Law "On Limiting Greenhouse Gas Emissions" dated July 2, 2021, No. 296, Russian enterprises with direct GHG emissions exceeding 50,000 tons of CO₂-equivalent per year will be required to submit annual reports. The number of regulated organizations will amount to thousands, and undoubtedly, a certain number of agricultural enterprises specializing in cattle breeding will be included in this list.

According to the methodology approved by the Russian Ministry of Natural Resources Order No. 15-r dated April 16, 2015, "On Approval of Methodological Recommendations for Conducting Voluntary Inventory of Greenhouse Gas Emissions in the Subjects of the Russian Federation," the emission coefficient for enteric fermentation in cattle is 109 kg CH₄/year per head, and emissions from manure management systems are 4.8 kg CH₄/year and 0.57 kg N₂O/year per head [1]. Currently, no variability based on different agro-environmental factors is provided for official application.

However, earlier domestic studies showed significant variation in these coefficients. In the work of Dr. A.A. Romanovskaya [2], the methane emission coefficient for cattle due to enteric fermentation averaged 70.78 kg CH₄/year per head, while the specific methane emission coefficient from manure management systems for cattle was 3.5 kg CH₄/year per head.

Data was collected from 1990 to 2004, with the highest emission coefficient for cows due to enteric fermentation recorded in 1990 (100.66 kg CH₄/year per head) and the lowest in 1996 (88.84 kg CH₄/year per head). For other cattle categories, the highest coefficient was in 2004 (50.37 kg CH₄/year per head), and the lowest was in 1999 (45.25 kg CH₄/year per head). Emissions from manure management systems for cattle were as follows: for cows, the highest was in 1990 (4.75 kg CH₄/year per head), and the lowest was in 1999 (4.22 kg CH₄/year per head); for other cattle categories, the highest was in 2004 (2.64 kg CH₄/year per head), and the lowest was in 1999 (2.37 kg CH₄/year per head) (see Table 1 below).

Table 1

Year	Enteric Fermentation	Manure Management
1990 year (cows)	100,66 kg CH ₄ /year/head	4,75 кг CH ₄ / year/head
1996 year (cows)	88,84 кг CH ₄ /year/head	-
1999 year (cows)	-	4,22 кг CH ₄ /year/head
1999 year (other cattle)	45,25 кг CH ₄ /year/head	2,37 кг CH ₄ /year/head
2004 year (other cattle)	50,37 кг CH ₄ /year/head	2,64 кг CH ₄ /year/head
Average (whole period)	70,78 кг CH ₄ /year/head	3,5 кг CH ₄ /year/head

At the level of IPCC recommendations, methane emission coefficients vary for dairy cattle and other cattle, as well as by region [3]. For example, the average emission coefficient for dairy cows in North America is 121 kg CH₄/year per head, in Western Europe—109 kg CH₄/year per head, in Eastern Europe—89 kg CH₄/year per head, in Oceania—81 kg CH₄/year per head, in Latin America—63 kg CH₄/year per head, in Asia—61 kg CH₄/year per head, in Africa and the Middle East—40 kg CH₄/year per head, and in the Indian subcontinent—51 kg CH₄/year per head.

We conclude that the coefficients for cattle provided by official domestic methodological recommendations are more of a framework nature. For the most accurate inventory of methane emissions from cattle, it is necessary, on the one hand, to use existing diverse domestic and foreign statistical data on the topic, and on the other hand, to continue analyzing the influence of various agro-environmental factors on these emission coefficients.

A systematic analysis of the influence of agro-environmental factors will create a domestic methodological basis for developing and implementing a wide range of agro-environmental climate projects related to the cattle sector.

Global climate change is shifting active agricultural zones in Russia to the North and Northeast, where livestock farming has traditionally been developed. In these conditions, our

government is implementing programs to stimulate the growth of livestock production, not only considering existing potential but also for the medium and long term, which aligns with the goals of ensuring the country's food security and increasing income through growing global demand for agricultural products.

However, realizing this potential carries not only positive economic effects but also additional climate risks and, consequently, additional responsibilities for livestock farms in our country.

We have already noted that starting in 2025, a number of agricultural enterprises will fall under regulated status and will be required to submit annual GHG emission reports. A simple calculation based on the coefficients in the Ministry of Natural Resources methodology allows us to determine which livestock enterprises in our country will be included in the regulated list. According to Russian Government Order No. 805-r dated April 4, 2025, the conversion factor for GHG emissions in CO₂-equivalent for methane (CH₄) is 28, and for nitrous oxide (N₂O)—265 [4]. The calculation is as follows:

$$\text{Number of cattle} = \frac{50\,000 \text{ tonnes CO}_2\text{eq.} \cdot 1000}{(109 \cdot 28 + 4,8 \cdot 28 + 0,57 \cdot 265)} = 14\,981,50 \text{ heads.}$$

In accordance with Appendix A of GOST-R ISO 14064-1, when establishing organizational boundaries and under the condition of quantifying GHG emissions, organizations must choose one of two approaches: consolidation of GHG emissions data based on control or equity share. In the first case, the organization is responsible for 100% of GHG emissions or removals from operations under its control, which can be financial or operational [5]. This approach is important for quantifying GHG emissions, especially within so-called holding structures of agricultural enterprises.

Table 2 below presents open data on Russian agricultural holding companies with the largest cattle populations [6].

Table 2

№	Company Name	Region	Number of heads
1	APH "Miratorg"	Voronezh, Belgorod, Tula regions	840 000
2	LLC "EkoNivaAgro"	Voronezh region, Liski district	203 300
3	AO "Agrocomplex im. N.I. Tkachev"	Krasnodar region, Vyselkovsky district	104 000
4	Holding Company "Ak Bars"	Republic of Tatarstan, Kazan	98 000
5	"Krasny Vostok"	Republic of Tatarstan	72 000
5	LLC "Zarechnoye"	Voronezh, Kamensky, Olhovatsky, Podgorensky, Ramonsky districts	70 000
7	Holding "Agrosila"	Republic of Tatarstan	42 000
8	"Russian Dairy Company"	Penza region	28 400
9	GC "Molvest"	Voronezh region	28 000
10	ZAO "Kirovmolkombinat"	Kirov region	25 700
11	SPK "Plemennoy Zavod 'Detskoselsky'"	Leningrad, Voronezh region	25 000
12	Agroholding "Kabosh"	Pskov region	22 000
13	LLC "PZ 'Barybino'" (Group "Koalco-Agro")	Moscow region, Domodedov district	15 100
14	"Russian Agrarian Group"	Ryazan region, Ryazan city	13 200
15	Agroholding "Step"	Krasnodar region, Rostov-on-Don region	12 300

At least 13 Russian livestock companies may be included in the list of regulated organizations starting in 2025, based on control or equity share reporting boundaries. Typically, livestock holdings also include crop production and meat processing structures, which could bring such enterprises under regulated status even with smaller cattle populations due to other GHG emission sources.

On the other hand, regulated organizations will soon face the issue of mandatory annual GHG emission reductions. Here, the experience of the Sakhalin experiment may be used, where a GHG emission quota is set for each enterprise and reduced annually. Under this experiment, if the quota is exceeded, regulated organizations must either pay a fine, purchase additional quotas, or offset the excess by buying carbon units on the open market or through implementing their own climate projects. The latter option, involving the implementation of their own climate projects, would be the most economically beneficial for regulated organizations, as the units would be obtained at cost, which experts estimate to be significantly lower than market prices.

Unfortunately, the implementation of Russian climate projects in the agricultural sector is currently limited to only a few methodologies, such as:

- Methodology No. 0022 "Anaerobic Digestion of Organic Waste," developed by PPK "Russian Environmental Operator";
- Preliminary National Standard of the Russian Federation (PNST 901-2023) "Methodology for Projects Assessing Organic Carbon Stocks in Arable Lands," developed by the Institute of Global Climate and Ecology named after Academician Yu.A. Izrael;
- Preliminary National Standard of the Russian Federation (PNST 979-2024) "Methodology for Assessing Climate Projects for Improving Agricultural Land Management" [7].

There are no accredited methodologies for the cattle sector in the carbon credit registry. However, under current national regulations, it is still possible to implement climate projects based on methodologies from other (international) carbon unit registries, which could create contradictions due to discrepancies in emission coefficients and, as a result, reduce the credibility and market value of carbon units from agro-environmental climate projects registered in the national registry.

Under these conditions, it is important to analyze global experience in implementing climate projects in the agricultural sector, particularly in the cattle sector, to potentially adapt existing methodologies for use in Russia or to focus on developing our own methodologies, taking into account the specifics and prospects of our domestic market and its possible integration into international markets, such as within BRICS.

Reference

1. Russian Ministry of Natural Resources. Order No. 15-r dated April 16, 2015, "On Approval of Methodological Recommendations for Conducting Voluntary Inventory of Greenhouse Gas Emissions in the Subjects of the Russian Federation." — URL: ConsultantPlus (accessed: 05/02/2025).
2. Romanovskaya A.A. [Assessment of Anthropogenic Methane Emissions in Russian Livestock Farming]. Scientific article // *Agricultural Biology*. 2008. No. 6. Pp. 59-65. URL: <https://agrobiology.ru/6-2008romanovskaya.html> (accessed: 05/02/2025).
3. Eggleston H. S. (ed.) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006. Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. ISBN 978-4-88788-032-0.

4. On Approval of Methodological Recommendations: Russian Government Order No. 805-r dated April 4, 2025, "On Amendments to Russian Government Order No. 2979-r dated October 22, 2021." — URL: <https://www.consultant.ru> (accessed: 05/02/2025).

5. GOST R ISO 14064-1-2021. National Standard of the Russian Federation. Greenhouse Gases. Part 1. Requirements and Guidance for Quantifying and Reporting GHG Emissions and Removals at the Organizational Level: approved by Rosstandart Order No. 1029-st dated 09/30/2021: effective from 09/30/2021 // ConsultantPlus. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed: 05/02/2025).

6. Semenov S. [Counting Heads]. Article // Agricultural Industry Bulletin. 2021. URL: <https://vestnikapk.ru/articles/otraslevye-reytingi/poschitat-po-golovam/> (accessed: 05/02/2025).

7. AO "Kontur." Carbon Unit Registry: [electronic resource]. — URL: <https://carbonreg.ru/ru/methodology/standard/> (accessed: 05/02/2025).

УДК 633.11 : 632

EVALUATING THE RESISTANCE OF ENDEMIC WHEAT VARIETIES TO PESTS

Karroum Rita, Postgraduate student, Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, rita.karroum28@gmail.com

Abstract. The goal of the research was to evaluate the resistance of a collection of endemic wheat species to pests. The collection of endemic wheat species included 15 samples. The study was conducted through regular surveys using the sweep net method, followed by visual counts of aphids and thrips on the spikes. The analysis of pest infestation showed that swedish fly infested Turanian wheat less frequently. Grain bugs and cereal aphids mostly avoided Persian wheat, particularly the black-spiked varieties from Georgia and Dagestan.

Key words. Turanian wheat, grain bugs, cereal aphids, swedish fly, resistance, endemic wheat.

Wheat is one of the most important grain crops, accounting for about 30% of global grain production. It is cultivated in many countries worldwide. The main wheat producers are Russia, the USA, Canada, France and India [3]. Among the various biotic factors that hinder wheat production, pests pose a serious threat to crops, making optimal strategies essential to minimize damage. Plant resistance should play a fundamental role in these strategies [4]. The aim of the study was to assess the resistance of samples from the genetic collection of endemic wheat species to major pests. The objective of this study is to identify relatively pest-resistant varietal samples with potential as sources of immunity.

Materials and Methods

The study was conducted in 2022 at the Selection Experimental Station of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The collection of endemic wheat species included 15 varieties, of which 12 were Persian wheat (*Triticum persicum*), and 3 were Turanian wheat (*Triticum turanicum*) varieties (Table 1). Each variety was in a small experimental plots (1×1 m) arranged in three replications following a completely randomized design.

Infestation levels were evaluated using two different sampling methods, focusing on the most abundant pest species with sufficient population density for statistical analysis. 1. Sweep Net Sampling (Heading–Flowering Stage): Insects were collected using a standard entomological sweep

net. Each sample consisted of 10 double sweeps along the perimeter of the plot. Collected specimens were preserved, labeled, and transported to the laboratory. Insect identification and counting were performed under a Zeiss Stemi 508 stereomicroscope at the Department of Plant Protection. 2. Visual Counts (Wax Ripening Stage): Aphids and thrips on wheat spikes were assessed visually. Each sample consisted of 10 randomly selected spikes per plot. Spikes were hand-threshed, and insects were counted directly. varieties were ranked based on infestation levels and classified into three groups: Low-infestation, moderate-infestation, high-infestation. Statistical significance between groups was determined using Student's t-test [1].

Table 1

Collection of Endemic Wheat Species

No.	Sample Name	Latin Name	Variety	VIR Catalog No.	Origin
1	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	rubiginosum	k-13382	South Ossetia
2	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	rubiginosum	k-13989	Armenia
3	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	fuliginosum	k-13768	Armenia
4	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	fuliginosum	k-1694	Georgia
5	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	fuliginosum	k-26828	Dagestan
6	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	osseticum	k-13938	South Ossetia
7	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	fuliginosum	k-7106	Georgia
8	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	stramineum	k-6429	Georgia
9	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	stramineum	k-47794	Leningrad Region
10	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	osseticum	k-27494	South Ossetia
11	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	stramineum	k-49456	Canada
12	Persian wheat	<i>Triticum persicum</i>	fuliginosum	k-19726	-
13	Turanian wheat (cv. Kamut)	<i>Triticum turanicum</i>	insigne + notabile	-	IPGR, Moscow Region
14	Black Turanian wheat	<i>Triticum turanicum</i>	odsissianum	TRI 19242	Iran
15	White Turanian wheat	<i>Triticum turanicum</i>	insigne	k-31886	Tajikistan

Results and discussion

During the study year, the endemic wheat collection was predominantly infested by four major pest groups: Cereal flies, grain bugs, cereal aphids and cereal thrips. among the thrips, the most prevalent species were: *Haplothrips tritici*, *Haplothrips aculeatus* and *Frankliniella tenuicornis* [2]. All four pest groups were sufficiently abundant in sweep net samples to permit statistically robust plant infestation analysis. Visual count only for cereal aphids and thrips on wheat spikes during the grain filling and ripening stages is feasible (Table 2).

Table 2

Differentiation of Endemic Wheat Varietal Samples by Pest Infestation: Sweep Net Sampling and Visual count

Infestation Group	Swedish Flies (Sweep Net)	Grain Bugs (Sweep Net)	Cereal Aphids (Sweep Net)	Cereal Thrips (Sweep Net)	Cereal Aphids (Visual)	Cereal Thrips (Visual)
Low Infestation						
Varietal Samples	13, 14, 15	7, 10, 5	2, 12	1, 4, 15	7, 2, 4	4, 12, 2
Abundance (mean $\pm$ SE)	$1.2 \pm 0.4a$	$2.7 \pm 0.4a$	$1.7 \pm 0.8a$	$3.2 \pm 0.4a$	$1.2 \pm 0.4a$	$1.7 \pm 0.5a$
Moderate Infestation						
Varietal Samples	10, 4, 7, 9, 11, 6, 2, 5, 8, 12	8, 4, 14, 6, 11, 2, 3, 9	10, 13, 14, 3, 4, 6, 7, 8, 15	2, 13, 3, 14, 7, 11, 12, 9	12, 1, 10, 9, 15, 3, 5, 14, 6, 11	7, 14, 8, 15, 11, 1, 5, 3, 13
Abundance (mean $\pm$ SE)	$3.4 \pm 0.2b$	$4.7 \pm 0.3b$	$3.0 \pm 0.2b$	$4.9 \pm 0.4b$	$4.7 \pm 0.4b$	$4.6 \pm 0.6b$
High Infestation						
Varietal Samples	1, 3	13, 15, 12, 1	5, 1, 9, 11	6, 10, 8, 5	13, 8	6, 9, 10
Abundance (mean $\pm$ SE)	$5.5 \pm 0.5c$	$7.7 \pm 0.8c$	$5.3 \pm 0.8b$	$7.1 \pm 0.9c$	$8.2 \pm 2.1c$	$7.7 \pm 1.5c$

Sweep Net Sampling Findings show that swedish Flies demonstrated a clear preference avoidance for Turanian wheat (*Triticum turanicum*), with all three varieties (№ 13, 14, 15) categorized as low-infestation. Among Persian wheat (*Triticum persicum*) samples, varieties №10 (grouped as moderate-infestation) exhibited a 68% reduction in fly abundance compared to the collection average. Grain Bugs showed significantly lower infestation on varieties №7, 10, and 5, representing the black-spiked fuliginosum variety from Georgia and Dagestan and the white-grained osseticum. Cereal Aphids displayed a continuous distribution across varieties, complicating the identification of low-infestation samples. However, varieties №2 and 12 (red-spiked rubiginosum and black-spiked Persian wheat) had 54% fewer aphids compared to other samples. Cereal Thrips infested varieties №1 and 4 of Persian wheat (red- and black-spiked varieties) and №15 of Turanian wheat at 43% lower densities than the collection average.

The visual surveys revealed distinct resistance patterns among the endemic wheat collection. The lowest aphid infestation was observed on spikes of Persian wheat accessions №7, 2, and 4, comprising: two black-spiked varieties (fuliginosum) from Georgia and one red-spiked variety (rubiginosum) from Armenia. In contrast, Turanian wheat varieties were moderately to heavily infested. Thrips infestation was minimal on varieties №4, 12, and 2 (black- and red-spiked varieties), with two of these also exhibiting low aphid susceptibility. Thrips abundance here was 68% lower than in other samples. Turanian wheat varieties showed moderate thrips infestation, statistically indistinguishable from heavily infested groups. Visual counts revealed similar

infestation trends for both pests: varieties №2 and 4 were consistently low-infestation for both aphids and thrips and varieties №7 and 12, while resistant to one pest, showed intermediate susceptibility to the other. These accessions are prime candidates for breeding programs due to their demonstrated resistance to multiple pests. For cereal aphids and thrips, it is possible to evaluate the reproduction of population ratings obtained in different phases of plant development and by different methods (Tables 2). In both methods, cereal aphids inhabited sample № 2 (*Triticum persicum* var. *rubiginosum*, k-13989) sparsely; cereal thrips inhabited sample № 4 (*Triticum persicum* var. *fuliginosum* k-1694). These samples are of the greatest interest as sources of immunity to these pests.

Conclusion

The evaluation of pest infestation patterns across the collection of endemic wheat species reveals several consistent and noteworthy trends regarding resistance characteristics.

Most prominently, Swedish flies demonstrated significantly lower colonization rates on Turanian wheat (*Triticum turanicum*) compared to Persian wheat (*Triticum persicum*). This observed resistance may be attributed to the dense leaf pubescence characteristic of Turanian varieties. Among sap-sucking pests - including grain bugs, cereal aphids, and thrips - the most pronounced resistance was consistently observed in specific Persian wheat varieties: Black-spiked types (*fuliginosum*) from Georgia and Dagestan showed particularly strong resistance. Red-spiked varieties (*rubiginosum*) from Armenia demonstrated intermediate resistance. White-grained forms (*osseticum*) from South Ossetia exhibited resistance in isolated cases. Notably, the white-spiked variety (*stramineum*) consistently showed higher susceptibility across all pest groups. Two Persian wheat accessions emerged as particularly valuable due to their stable, multi-pest resistance against both cereal aphids and thrips. These accessions represent prime candidates for resistance breeding programs.

The findings highlight the importance of endemic wheat collections as reservoirs of natural resistance traits, particularly for developing cultivars with reduced pesticide dependency. The observed resistance patterns provide a scientific basis for targeted breeding efforts aimed at enhancing integrated pest management strategies in wheat cultivation.

References

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985
2. Каррум Р., Гриценко В.В. Видовой состав трипсов (Thysanoptera) на селекционных посевах яровой пшеницы в РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева / Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. - В. 1. - С. 57-65. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-1-57-65>
3. Кузьминых А. Н., Долгушева И. Я. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Марийского государственного университета. 2020. № 2. С. 175–179
4. Stenberg J. A. A conceptual framework for integrated pest management // Trends in Plant Science. 2017. Vol. 22. Iss. 9. P. 759–769.

УДК 574.635

PROSPECTS OF USING MICROALGAE *CHLORELLA VULGARIS* IN THE PROCESS OF BIOREMEDIATION OF WATER BODIES POLLUTED BY OIL PRODUCTS

Kopeykin Alexey, Postgraduate student of Ecology Department, Russian State Agrarian University – Moscow Agroculural Academy of Timiryazev alvkopeykin@yandex.ru

Vasilchenko Tatiana, CSc (Philology), Associate professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.vasilchenko@rgau-msha.ru

Abstract: The possibility of reducing the level of pollution of water bodies by oil refinery products using suspension of unicellular green algae (microalgae) *Chlorella vulgaris* was studied.

Keywords: algoremediation, bioremediation, microalgae, oil products, wastewater, urban ecology.

Currently, *Chlorella Vulgaris* strains are actively used for bioremediation (algolisation) of eutrophied water bodies, due to their ability to produce oxygen and enrich the water body with it.

The distinctive features of this species are

- High productivity;
- Active oxygen production;
- Survivability under different conditions;
- Planktonic property (does not settle);
- Feed base for aquaculture.

However, in addition to fighting blue-green algae, oxygenating the water and removing inorganic substances (nitrogen and phosphorus, mainly), *Chlorella Vulgaris* has other useful properties in the field of ecology and environmental protection.

Thus, there is a number of studies confirming the effectiveness of this species of unicellular algae in reducing the level of water pollution by oil products.

The following is a review of publications on the above topic.

A study on "The potential of the green alga *Chlorella vulgaris* in the biodegradation of hydrocarbon feedstock" was conducted in 2017 by scientists from Iran [1].

Biodegradation of petroleum hydrocarbons was studied using green algae of *Chlorella vulgaris* species. Microalgae were treated with crude oil/water concentrations of 10 and 20 g/litre for two experimental periods (7 and 14 days). Based on the results obtained, *C. Vulgaris* had not only significant resistance to pollutants, but also a high ability to recover crude oil hydrocarbons (~ 94% of light and ~ 88% of heavy compounds in 14 days).

Moreover, the dry weight of *C. vulgaris* increases with increasing crude oil concentration, indicating a positive effect of crude oil on the growth of algal species. This biodegradation process is continuous over a period of time [1].

The data on water treatment efficiency depending on the type of oil product obtained during the experiment are presented in Table 1.

Table 1

Water treatment efficiency depending on the type of petroleum product

Type of petroleum product	Purification (%) for 10 g/l oilpr. (7 days)	Purification (%) for 10 g/l oilpr. (14 days)	Purification (%) for 20 g/l oilpr. (7 days)	Purification (%) for 20 g/l oilpr. (14 days)
Naphthalene	71	100	41	89
Benzene	97	100	93	97
Undecane	70	100	71	92
Dodecane	81	100	59	89
Nonadecane	99	100	78	94
Tetradecane	50	100	61	93
Eicosane	85	100	91	82

Mean value (%)	79	100	71	90

Also in the process of research it is deduced that the efficiency of purification depends on the initial concentration of oil products

It is worth noting that an increase in microalgae biomass was observed during the process of water treatment from oil products.

Chlorella's ability to degrade petroleum products is supported by a number of other studies. One of them was conducted in Egypt in 2012, its title was "Biodegradation of crude oil by *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* growing in heterotrophic conditions" [2].

This study was conducted to evaluate the ability of two green algae *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* to degrade crude oil. Experiments were conducted by incubating algal cultures with 0.5, 1, 1.5 and 2% crude oil for 15 days under heterotrophic conditions.

It was found that *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* showed the highest rate of biodegradation of crude oil when 0.5 and 1% oil was added (Fig. 1). The highest growth of *S. obliquus* was observed when 0.5% crude oil was added, while for *C. vulgaris* it was recorded at 2% under the same heterotrophic conditions. Both algae can effectively grow and degrade oil when incubated with low concentrations of oil [2].

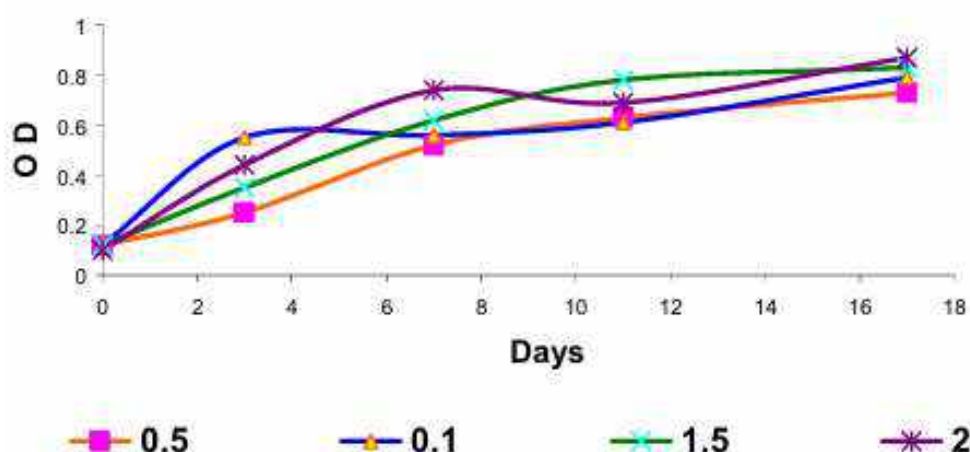


Fig. 1 Effect of different oil concentrations on the growth of *Chlorella vulgaris* measured through optical density (OD) at 560 nm.

Based on the results of this work, the authors note the ability of green microalgae, in particular *C. vulgaris*, to grow under heterotrophic conditions, using crude oil as the only carbon source. This study also proved the ability of the studied algae to degrade n-alkanes and PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons) [2].

In addition to foreign experts, the ability of microalgae *Chlorella Vulgaris* to combat oil pollution is also noted by Russian scientists. Thus, in 2012. Y.V. Semenov published an article "Use of microalgae - *Chlorella* for biological treatment of water from oil product pollution" [3].

The technique of determining oil products in water by photolorimetric method under interfering influence of chlorophyll was developed in it. It was found that chlorella partially neutralises oil contaminants in water (38 - 57 % relative). Chlorella was found to convert a part of oil pollution into a complex water-soluble compound, which is destroyed by extracting solvents (toluene, CCl₄) [3].

Concentration of oil products in water after biological treatment is presented in Table 2

Table 2

Concentration of oil products in water after biological treatment (initial concentration of oil products 100 mg/l)

V₁/V₂	50 ml/1 litre of water	70 ml/1 litre of water	100 ml/1 litre of water
C oil pr., mg/l (residual)	38,2	48,6	57,4
% cleaning of petroleum products	38,2	48,6	57,4
V₁ - volume of solution containing chlorella; V₂ - volume of solution containing oil products.			

Table 2 suggests that the reduction percentage of oil products in the initial water increases significantly with increasing concentration of microalgae. It has been noticed in all experiments that the iridescent film of oil products, which had been present on the surface of water before the experiment, was not detected after exposure of solutions with *Chlorella* to the surface. The authors explain the obtained results by the fact that probably *chlorella* destroys only a part of the most "harmless to itself" oil pollution, depending on the initial concentration [3].

The other part of oil products is not destroyed by *Chlorella*, but is converted into a volumetrically water-soluble complex compound, most likely of chelate type, by the protector secreted by *Chlorella*, which thus blocks the negative impact of oil products on its culture. During the extraction of oil products with carbon tetrachloride, the complex compound is destroyed and their actual concentration is determined analytically [3].

Conclusion

The use of *Chlorella Vulgaris* for cleaning water bodies from oil products is a workable technology that has been repeatedly confirmed by studies of scientists from different countries.

Chlorella has been found to not only remain viable but also able to increase its abundance during the process of treating water from oil contaminants [2, 3].

In [3], the ability of microalgae to cope with effects such as rainbow film on waters polluted with petroleum products was described.

The use of *Chlorella Vulgaris* is a safe and environmentally friendly method of water purification, as these microalgae are a natural component of aquatic ecosystems that maintains a favourable overall condition of the water body (oxygen regime, biodiversity).

Reference

4. Xaaldi Kalhor, A., Movafeghi, A., Mohammadi-Nassab, A. D., Abedi, E., & Bahrami, A. (2017). Potential of the green alga *Chlorella vulgaris* for biodegradation of crude oil hydrocarbons. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1-2), 286-290. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.08.045 El-Sheekh, M. M.
5. Hamouda, R. A., & Nizam, A. A. (2013). Biodegradation of crude oil by *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* growing under heterotrophic conditions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 82, 67-72. doi:10.1016/j.ibiod.2012.12.015
6. Semyonov Yu. V., Kharlamova T. A., Bodrov A. V. Use of microalgae - *Chlorella* for biological treatment of water from oil product pollution // *GIAB*. V. Use of microalgae - *Chlorella* for biological treatment of water from oil product pollution // *GIAB*. 2012. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mikrovodorosli-hlorelly-dlya-biologicheskoy-ochistki-vody-ot-zagryazneniy-nefteproduktami> (date of reference: 30.05.2025).

PERSPECTIVES D'UTILISATION DE L'IODE DANS L'ALIMENTATION DES POULES PONDEUSES

Laetia Kemtibaye, étudiante en première année du troisième cycle d'études, département de l'alimentation des animaux, l'Université agraire d'Etat de Russie, l'Académie d'agriculture de Moscou K.A.Timiriazev, kemtylaeti@gmail.com

Guide de travail – Alekseï A. Zaïtsev, CSc (Philology), maître de conférences, directeur du département des langues étrangères de L'Université agraire d'Etat de Russie – L'académie agricole Timiriazev, a.zaizev@mail.ru

Résumé : L'iode joue un rôle important dans le métabolisme, la croissance et le développement des organismes vivants. Sa carence dans l'alimentation des poules pondeuses peut entraîner divers troubles, notamment une réduction de la production d'œufs et une détérioration de l'état de santé général des oiseaux. Cet article examine le rôle métabolique de l'iode, son influence sur la productivité des poules pondeuses et les propriétés fonctionnelles des œufs. L'effet toxique possible de cet oligo-élément sur l'organisme de la volaille est démontré. L'efficacité des différentes formes d'iode utilisées dans l'alimentation des poules pondeuses a été analysée.

Mots clés : poules pondeuses, iode dans l'alimentation, production d'œufs, carence en iode, œufs fonctionnels.

Introduction

L'œuf de poule est un produit qui contient un équilibre de nutriments de haute qualité, dont beaucoup sont hautement biodisponibles. En raison de la croissance démographique, la demande mondiale d'œufs de table a augmenté de manière exponentielle, les estimations actuelles de la consommation d'œufs par habitant avoisinant les 9 kg par an. L'industrie de la volaille est donc l'une des industries agricoles dont la croissance est la plus rapide au monde. Pour répondre à cette demande, des progrès significatifs sont nécessaires dans les domaines de la génétique, de la nutrition et des systèmes d'hébergement. Le développement de stratégies rentables et réalisables pour améliorer la production et la qualité des œufs est essentiel pour le développement de l'industrie de l'œuf dans le monde entier. Ces dernières années, les consommateurs ont également demandé des aliments fonctionnels qui apportent des bénéfices pour la santé humaine au-delà du régime alimentaire de base grâce à l'ajout de composés bioactifs (acides gras oméga-3, vitamine E, antioxydants, pigments caroténoïdes, minéraux, etc).

Discussion des résultats

La correction de la composition de l'alimentation des poules pondeuses peut contribuer de manière significative à l'obtention d'œufs dits "design" présentant de telles propriétés. Ces dernières années, la recherche d'une solution au problème de la carence en iode dans la population de nombreux pays du monde a suscité un intérêt considérable, en enrichissant l'alimentation des animaux et des oiseaux avec cet oligo-élément, qui favorise son accumulation dans les aliments [3].

L'iode est un oligo-élément essentiel, nécessaire au maintien de la santé et de la productivité des poules pondeuses. Il améliore l'absorption des nutriments contenus dans les aliments, ce qui contribue à accroître la productivité des poules pondeuses, à augmenter le poids des œufs et à améliorer leurs propriétés nutritionnelles (teneur élevée en protéines, vitamines et oligo-éléments). Il améliore également la qualité de la coquille, qui devient plus résistante aux dommages mécaniques.

L'effet de l'iode sur l'organisme des volailles, la qualité et la composition des œufs repose sur les processus biochimiques et physiologiques qu'il régule. L'une des principales fonctions de

l'iode dans l'organisme est sa participation à la synthèse des hormones thyroïdiennes - thyroxine (T4) et triiodothyronine (T3) - qui, par l'activation d'enzymes cellulaires impliquées dans le métabolisme, régulent le métabolisme énergétique, l'équilibre thermique de l'organisme, les fonctions du système nerveux, la croissance et le développement de l'organisme dans son ensemble.

L'iode stimule la synthèse d'enzymes de défense antioxydantes telles que la glutathion peroxydase. Ces enzymes protègent les cellules du corps contre le stress oxydatif, qui peut être causé par des toxines, des agents infectieux, le stress ou le métabolisme intense qui se produit dans le corps des poules pondeuses des croisements modernes. Il contribue également à préserver la fraîcheur des œufs en protégeant le jaune et l'albumine de l'oxydation.

Les hormones thyroïdiennes régulent le développement et la fonction des cellules immunitaires telles que les lymphocytes et les macrophages, ce qui réduit le risque de contamination bactérienne des œufs et augmente également la survie des embryons dans les œufs à couver.

L'iode favorise le bon fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique-hypophyso-ovarien, qui assure la formation régulière des follicules et la maturation correcte des ovules.

L'iode intervient dans le métabolisme minéral, contribuant à la normalisation des taux de calcium et de sodium et augmentant l'hémoglobine dans le sang des oiseaux.

L'absorption efficace de l'iode peut être entravée par divers facteurs tels que la qualité de l'alimentation, les niveaux d'autres nutriments et les conditions de logement. Il est donc nécessaire de développer des régimes alimentaires qui fournissent suffisamment d'iode pour prévenir les carences en iode et maximiser les performances des poules pondeuses.

On sait que les aliments composés pour poules pondeuses ne répondent pas entièrement aux besoins en iode des volailles, ce qui nécessite son introduction dans les régimes alimentaires sous forme de prémélanges. Les formes inorganiques de cet élément, telles que l'iodure de potassium ou de sodium, l'iodate de potassium ou de calcium, sont le plus souvent introduites dans les prémélanges [4].

Il convient de tenir compte du fait que lorsque l'iode est introduit dans l'alimentation des poulets, ses concentrations réelles dans les aliments seront inférieures aux concentrations calculées en raison de ses propriétés physiques et chimiques. À température normale, l'iode s'évapore (brûle), passant à l'état gazeux, sans passer par la phase liquide, ce qui explique son instabilité, d'où la volatilisation de l'iode des prémélanges et la diminution de sa teneur dans l'alimentation. Les sources inorganiques d'iode sont instables, car cet oligo-élément a une activité redox élevée. Dans ce contexte, lors de la transformation et du stockage des fourrages mélangés et des prémélanges, les pertes d'iode dans le sel iodé après 1 et 8 semaines de stockage peuvent atteindre respectivement 50 % et 70 %. Les processus susmentionnés sont accélérés sous l'influence de la lumière et d'une humidité élevée [5].

L'absorption de l'iode est influencée non seulement par sa forme mais aussi par la composition du régime alimentaire, en particulier par la présence de facteurs antinutritionnels dans les aliments, tels que les thio- et cyanoglycosides synthétisés par certaines cultures de crucifères et de légumineuses, qui entravent l'absorption et l'utilisation de toute forme de l'oligo-élément. L'absorption de l'iode contenu dans les aliments dépend également de la teneur en autres éléments minéraux (K, Ca, Sr, F, Cu et Co) du régime alimentaire [5]. L'ion iode présente une similitude avec l'ion cuivre ; par conséquent, en présence de sulfure de cuivre, l'iodure de potassium réagit avec lui pour former de l'iodure de cuivre, qui est mal absorbé par l'organisme [6].

À cet égard, on accorde de plus en plus d'attention aux formes organiques d'iode, qui ont une bonne biodisponibilité pour l'organisme de la volaille [7]. Par exemple, les poules recevant de l'iode

organique ont eu une production d'œufs supérieure de 10 % à celle du groupe recevant de l'iodure de potassium, ce qui souligne l'importance de sélectionner la bonne forme d'iode pour maximiser les résultats de l'alimentation.

Il convient de garder à l'esprit qu'un excès d'iode dans l'alimentation des poules pondeuses peut entraîner de graves problèmes de santé, notamment des troubles métaboliques et une baisse de la productivité. On observe une diminution progressive de la production d'œufs, une suppression et un arrêt de l'ovulation. La majeure partie de l'iode s'accumule dans la glande thyroïde et il est probable que le mécanisme responsable de ces troubles de la reproduction soit lié à des modifications de son activité hormonale. Parallèlement à la diminution de la production d'œufs, la consommation d'aliments diminue, le poids des œufs et les niveaux de cholestérol du jaune diminuent, tandis que le poids corporel augmente.

Étant donné que les aliments utilisés dans l'alimentation humaine sont généralement pauvres en iode, ce qui entraîne une carence en iode, l'introduction d'iode dans l'alimentation des poules pondeuses à des doses supérieures à leurs besoins métaboliques permet de maintenir le statut iodé optimal de la population grâce à la consommation d'œufs enrichis en iode. L'enrichissement des œufs de poule en divers nutriments, dont l'iode, dépend uniquement de la manipulation de l'alimentation des poules pondeuses. Ainsi, l'iode alimentaire est relativement facilement cumulé dans le jaune d'œuf, ce qui permet d'augmenter sa teneur dans les œufs. En même temps, il faut tenir compte du fait que, selon certains auteurs, le traitement thermique des œufs réduit considérablement sa teneur [8].

Conclusion

Ainsi, pour prévenir les carences en iode, maintenir la productivité maximale des poules pondeuses et obtenir des œufs enrichis en iode, il est nécessaire d'adopter une approche scientifique de l'introduction dans l'alimentation de cet oligo-élément bioactif, qui régule de nombreuses voies métaboliques clés dans l'organisme. En cas de supplémentation en iode, il convient de prêter une attention particulière à la forme, au niveau et à la présence de substances antagonistes dans les régimes alimentaires des animaux, car ces facteurs peuvent influencer l'apport de l'oligo-élément à l'animal. Compte tenu de l'intérêt croissant pour la durabilité et la sécurité alimentaire, l'utilisation appropriée de l'iode dans l'alimentation des poules pondeuses peut constituer une contribution importante à un système d'approvisionnement alimentaire plus sain et plus efficace.

La recherche a été menée dans le cadre du volet spécial du programme de soutien et de développement universitaire "Priorité-2030".

Références

1. Impact de la supplémentation en phytobiotiques comme substitut aux antibiotiques dans l'alimentation des poulets de chair sur la performance de croissance, la digestibilité des nutriments et les paramètres biochimiques / A. S. Zaikina, N. P. Buryakov, M. A. Buryakova [et al.] // Veterinary Sciences. - 2022. - Vol. 9, n° 12 - P. 672. - DOI 10.3390/vetsci9120672).
2. Rôle de l'inclusion alimentaire de phytobiotiques et de la combinaison d'adsorbants minéraux sur la production de lait des vaches laitières', la digestibilité des nutriments, l'utilisation de l'azote et les paramètres biochimiques / N. P. Buryakov. P. Buryakov, L. V. Sycheva, V. I. Trukhachev [et al.] // Veterinary Sciences. - 2023. - Vol. 10, n° 3 - P. 238. - DOI 10.3390/vetsci10030238.
3. El-Sabrou K, Aggag S, Mishra B. Stratégies pratiques avancées pour améliorer la production d'œufs de table. Scientifica (Le Caire). 2022 Oct 30;2022:1393392. doi : 10.1155/2022/1393392.

4. Ignatovich L. Application du varech dans l'alimentation des poules pondeuses // Poultry farming. 2010. №5. С. 17-19.
5. L'iode organique dans l'alimentation des poulets de chair / I. Egorov, E. Andrianova, E. Grigorieva [et al.] // Combikorma. - 2019. - № 11. - С. 60-65. - DOI 10.25741/2413-287X-2019-11-3-090.
6. Fisinin V.I., Egorov, I.A. Egorova T.V. et al. Enrichissement des œufs en iode // Poultry and poultry products, 2011. № 4. С. 34-40
7. Egorov I.A., Egorova T.V., Rozanov B.L., Vakhobov B. Fish-protein concentrate in mixed fodder broiler chickens // Poultry farming. 2011. № 11. С. 31-35.
8. Зайцев, А. А. Языковые особенности лекции по термодинамике в сравнении с соответствующим текстом учебника / А. А. Зайцев, Е. В. Гнездилова // Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации: Сборник материалов III Международной научно-методической онлайн-конференции, Курск, 14 мая 2018 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2018. – С. 451-455.

УДК 504.3.054:574.21:582.29

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF AIR QUALITY BY THE LICHENOINDICATION METHOD IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW

Latysheva Olga Stanislavovna, Postgraduate student, Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, latysheva@rgau-msha.ru

Taller Evgeny Borisovich, CSc (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, etallereb@rgau-msha.ru

Vasilchenko Tatiana Anatolievna, CSc (Philology), Associate professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.vasilchenko@rgau-msha.ru

Abstract: Anthropogenic pressure inevitably leads to an increase in the levels and spatial extent of adverse impacts on the natural environment in the city. The development of effective methods aimed at regulating anthropogenic load is impossible without verified information about the state of ecological systems and trends in changes occurring in them. Such information can be obtained within the framework of a comprehensive monitoring system. An important role in this process is played by biological indication, in particular, lichen indication, which was considered as the main method of monitoring air pollution in this work. In the course of the research, the types of lichens were identified, the area of projective coverings of lichens was assessed, the tolerance index was calculated, and a comparative description of the biological diversity of lichens in the recreational, residential and industrial zones of the Western Administrative District of Moscow was given.

Keywords: ecological monitoring, bioindication, lichens, lichenoidication, air pollution, sulfur dioxide, biological diversity

Introduction

The most sensitive organisms to air pollution are plants. For this reason, it is plants that are most often used as biological indicators of atmospheric pollution. The following pollutants have the

most significant negative impact on plant communities in metropolitan conditions: sulfur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons, etc.; the most common pollutant is sulfur dioxide. Plant resistance to sulfur dioxide varies greatly depending on the species (for example, even a small amount of sulfur dioxide in the air is quickly detected by lichens and some conifers) [1, 3].

Lichenoidication is an accessible, effective and economical method of monitoring air quality; it is related to bioindication methods. Due to their sensitivity, low variability and wide distribution, lichens were chosen as an object of global monitoring. The following main characteristics of lichens are used in lichenoidication: species composition and diversity of lichen flora; biomass and projective cover indices of specific species and lichen flora as a whole; indices of the ratio of abundance indices of fruticose, foliose and crustose lichens; proportion of epiphytic lichens in the abundance of lichen flora; thickness and density of the thallus, degree of thallus coverage with soredia, pigmentation, general change in color. The most common direction of lichen indication is the observation of changes in the relative abundance of lichens [1, 2, 4].

Objects and methods

The objects of the research were three functional zones with different purposes (recreational, residential, industrial) within the Western Administrative District of Moscow. The linear intersection method was chosen as the main research method.

This method will allow to determine the types of lichens in the studied areas, as well as to estimate the areas of projective lichen covers, calculate the index of field tolerance and assess the degree of air pollution. To conduct a comparative analysis of the diversity of species in the studied areas, the Jaccard index was calculated [1].

Research results

During the study of various functional zones of the Western Administrative District of Moscow, 10 species of epiphytic lichens were discovered. In the studied areas, lichens are distributed unevenly, the greatest biological diversity was found in coastal zones, since the most favorable microclimatic conditions for the growth and development of epiphytic lichens are created there.

Within the first test plot, 9 species of lichens were found. The polytolerance index for the recreational zone was 6.7 (a relatively clean zone with a SO_2 concentration of 0.03–0.08 mg/m^3).

Seven species of lichens were found within the second sample plot. The polytolerance index for the residential area was 6.9 (a relatively clean zone with a transition to a moderately polluted zone and with an SO_2 concentration of 0.03–0.08 mg/m^3). Six species of lichens were found within the third sample plot. The polytolerance index for the industrial zone was 7.6 (a moderately polluted zone, with an SO_2 concentration of 0.08–0.10 mg/m^3).

Within the third test plot, 6 species of lichens were found. The polytolerance index for the industrial zone was 7.6 (moderately polluted zone, with SO_2 concentration of 0.08–0.10 mg/m^3).

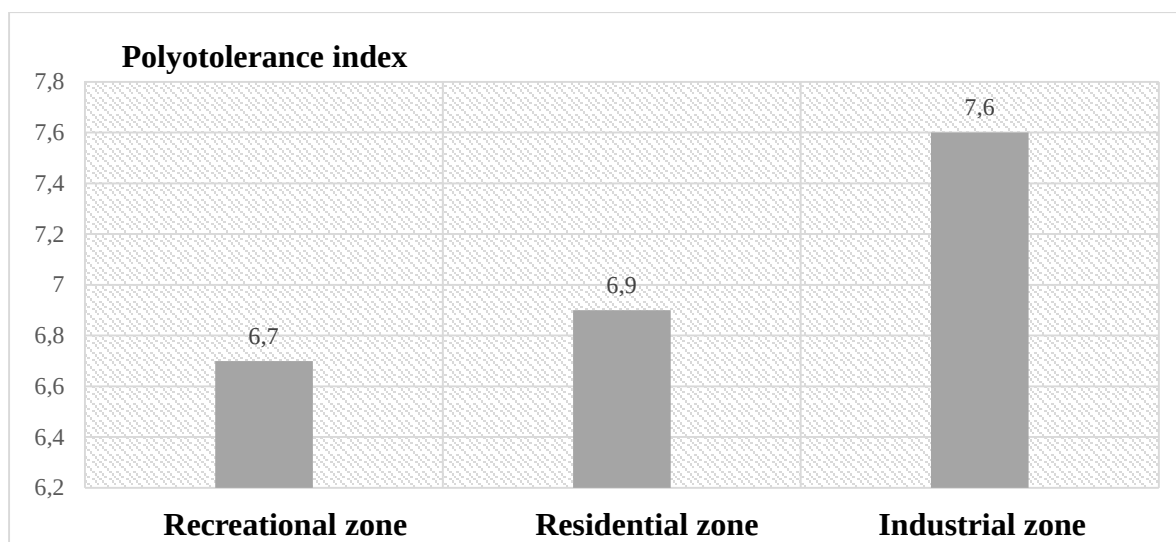


Fig. 1 Index of field tolerance by functional zones

Based on the calculations, a graph was drawn up showing the difference in the index (Fig.1).

The biological diversity of lichens can be judged by their occurrence within the studied functional zones, information on this is presented in Table 1. This information served as the basis for a comparative analysis of the similarity of the biological diversity of lichen species in the territories of functional zones, for which the Jaccard index was calculated. The results of these calculations are presented in Table 2.

Table 1.

Distribution of lichen species by functional zones

Species of lichen	Recreational zone	Residential zone	Industrial zone
<i>Parmelia sulcata</i>	+	+	+
<i>Xanthoria parietina</i>	+	+	+
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	+	—
<i>Parmelia caperata</i>	+	+	+
<i>Physcia stellaris</i>	+	+	+
<i>Physcia aipolia</i>	+	—	—
<i>Physcia pulverulenta</i>	+	+	+
<i>Cladonia fimbriata</i>	+	—	—
<i>Pertusaria globulifera</i>	+	+	—
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	—	—	+

Table 2.

Results of Jaccard index calculations

Research areas	Research areas		
	Recreational zone	Residential zone	Industrial zone
Recreational zone	100%	77%	50%
Residential zone	77%	100%	62%
Industrial zone	50%	62%	100%

The greatest similarity in the species composition of lichens is found in the residential and recreational zones, where the Jaccard index was 77%, the similarity between the recreational and industrial zones was 50%, and the residential and industrial zones were 62% similar in the species composition of lichens.

Conclusion

As a result of the survey of three functional zones of the Western Administrative District of Moscow, within the test plots, 10 species of epiphytic lichens were identified: *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia caperata*, *Physcia stellaris*, *Physcia aipolia*, *Physcia pulverulenta*, *Cladonia fimbriata*, *Pertusaria globulifera*, *Phaeophyscia orbicularis*. The most common species of lichens were *Parmelia sulcata* and *Xanthoria parietina*. The lowest pollution with sulfur dioxide is observed in the recreational zone [poleotolerance index 6.7 (relatively clean zone with SO₂ concentration of 0.03–0.08 mg/m³)]. The greatest diversity of lichen flora (9 species) is also recorded here. The residential and recreational zones have the greatest similarity in the species composition of lichens, the recreational and industrial zones have the least similarity.

Based on the data obtained, it can be concluded that lichen indication is an effective and efficient method for determining the level of air pollution, therefore its use in the complex of biological monitoring of ecological systems subject to anthropogenic load is appropriate.

Библиографический список

7. Таллер Е. Б., Яшин М. А., Тихонова М. В., Бузылёв А. В. Лабораторный практикум по экологии. Часть I. Биоиндикация: Учебное пособие. – М.: ДПК Пресс, 2021. –106 с.
8. Таллер Е.Б., Тихонова М.В., Бузылёв А.В., Ермаков С.Ю., Андреева И.В. Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту: Учебное пособие: - М.:ДПКПресс, 2021.-102с
9. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону, 2008. – 832с.
10. Лишайники средней полосы России [электронный ресурс] – URL: <http://ecosystema.ru/04materials/tables/03.htm> (дата обращения: 28.05.2025).

THE PRINCIPLES OF TEACHING ACCENTED SPEECH INTERPRETING USING AUDIOVISUAL MATERIALS

Yana Osipava, Postgraduate Student, Department of Linguodidactics and TFL Methodology, Minsk State Linguistic University (Belarus), y.osipava@gmail.com

Abstract: *This article outlines the key principles for teaching the interpretation of accented speech using audiovisual materials within the framework of the cognitive approach. Given the increasing prevalence of English, spoken by non-native speakers, interpreters must develop the ability to accurately perceive and translate phonologically deviated speech. The proposed methodology is based on principles such as speech-cognitive activity, learner awareness, consideration of cognitive mechanisms involved in interpreting, and the concentric presentation of audiovisual content. These principles guide the design of learning tasks that reflect real-world communicative challenges and support the gradual development of interpreting skills. The article highlights the pedagogical value of audiovisual materials in training students to overcome phonetic and prosodic deviations in accented speech and to build cognitive strategies for effective real-time interpretation.*

Keywords: *accented speech, interpreting training, audiovisual materials, phonetic deviations, cognitive approach, interpreting pedagogy, speech perception, interpreter education*

The increasing globalization of communication has brought about a surge in non-native English usage across professional and informal contexts. As a result, interpreters are frequently exposed to accented speech that differs significantly from standard phonological norms. This poses serious cognitive and linguistic challenges during real-time interpretation. Conventional training approaches often do not equip students with sufficient tools to manage the difficulties associated with phonetic and prosodic deviations present in the speech of non-native speakers.

This article explores the core principles for teaching the interpretation of accented speech using audiovisual materials as a central component of student instruction. Grounded in a cognitive framework, the proposed methodology addresses the development of interpreter competence through a structured approach that incorporates speech-cognitive activity, learner awareness, and attention to cognitive mechanisms. Special emphasis is placed on the concentric way of organization of audiovisual materials to simulate real-world interpreting tasks. The aim is to foster students' ability to process accented input efficiently and make accurate translation decisions in spontaneous communicative situations.

In the context of the cognitive approach, the developed methodology for training students in the interpretation of accented speech should be based on the following principles: speech-cognitive activity, awareness, consideration of the functioning of the interpreter's cognitive mechanisms and the challenges of cognitive information processing in the context of interpreting accented speech into English, and concentric presentation of audiovisual materials.

The principle of *speech-cognitive activity* in the situation of interpreting accented speech implies the students' constant readiness to produce utterances in the target language. This is achieved by organizing continuous intensive intellectual activity based on students' cognitive needs. Therefore, tasks presented to students should constitute speech-cognitive challenges of varying levels of complexity and problem-solving nature. Such tasks can be employed to train students to overcome all types of difficulties associated with interpreting accented speech. They are designed to develop the ability to: orient themselves in the situation, evaluate feedback cues and make translation decisions, determine the translation's purpose, understand the characteristics of the sender and receiver, predict the possibility of communicative effect equivalence (i.e. its outcomes),

choose appropriate translation strategies and tactics, combine elements, and construct utterances in the target language. Moreover, the result of training in perceiving accented speech should always culminate in its interpretation [1], [2].

The principle of *awareness* (as described by L.V. Shcherba, G.E. Vedel, A.N. Leontiev, and others) in interpretation of accented English speech is often correlated with the principle of considering students' cognitive characteristics. According to this principle, students must not only understand the speaker's message but also be aware of the speech units it consists of and the methods of using these units to produce utterances in the foreign language [3],[4],[5]. In the process of training students to interpret accented speech into English, awareness involves the students' knowledge of phonetic deviations in the speech of non-native English speakers and their ability to use this knowledge to overcome translation difficulties arising from such deviations. Awareness also manifests in students' positive attitudes toward the material being studied and their intrinsic motivation [3]. Additionally, it is expressed in their ability to apply developed interpreting listening skills to solve translation tasks. According to this principle, learners develop a conscious approach to the learning process itself. For this reason, the overall path to forming interpreting listening skills should be defined as moving from awareness of the features of non-native English speech and their regularities to training in perception and overcoming difficulties using acquired skills, gradually forming semi-automatic strategies for addressing these challenges in the context of interpreting accented speech.

The principle of *accounting for the functioning of the interpreter's cognitive mechanisms* in the context of interpretation of accented speech implies the search for ways to optimize the cognitive load on the interpreter's consciousness. Scholarly literature notes that the success of interpreting is influenced by the development level of certain cognitive abilities in the interpreter. Furthermore, individual cognitive characteristics may affect the dynamics of professional training, such as the effectiveness of information acquisition and the speed of skill formation. Effective training in interpretation at higher education institutions and subsequent work experience contribute to the development of general cognitive functions of the individual. Therefore, mastering interpreting skills contributes to the interpreter's comprehensive development, broad worldview, and acquisition of a wide range of knowledge and skills applicable beyond interpreting alone [6].

The principle of *concentricity and sequencing in material presentation* involves structuring the content into concentric cycles, with each subsequent cycle expanding on the material previously studied and introducing new content. For instance, when completing tasks designed to reduce cognitive effort and aimed at perceiving and understanding utterances with syllable-level deviations, it is advisable to first master sound-level deviations, which may result in homonyms. Then, move on to differentiating segmental-level deviations and draw students' attention to the fact that plus- and minus-segmentation phenomena in the speaker's speech can affect the overall intonation contour of an utterance. At the text level, students should perform integrative tasks addressing difficulties across sound, syllable, and segment levels, while also understanding the communicative parameters of the interpreting situation, such as setting, mode, subject matter, and cultural background of the speaker [7].

The didactic foundation of the methodology for training students in interpretation of accented speech into English is the systemic approach. Phonetic deviations in the speaker's speech are considered not merely as isolated linguistic phenomena but as parts of interconnected processes influenced by various factors such as the global functioning of English and speakers' proficiency in the language. The suggested methodology implements key principles of the systemic approach: integrity, structure, interdependence, and hierarchy [2; 8]. Thus, integrity in training for interpretation of accented speech into English implies that deviations are studied as a unified

structure incorporating phonological and prosodic features at all levels: sound, syllable, syntagm, and text. According to the principle of structure, deviations represent a structure in which the degree of cognitive processing difficulty depends on the linguistic level at which they occur. Structurality is also manifested in the organization of interpretation training in accordance with the stages of the translation process: anticipation of the original utterance, its perception and understanding, deverbalization, verbalization in the target language, and analysis of equivalence and effectiveness of chosen translation strategies. The principle of interdependence implies that the phases of cognitive information processing and their success are interconnected: failure to overcome difficulties at one phase hinders the transition to the next and may result in either inadequate information delivery or the complete absence of a translation. Accordingly, the methodology provides tasks for each of these phases. Finally, hierarchy in the developed methodology is reflected in the sequential organization of tasks, involving the presentation of audiovisual materials that include samples of deviations at various levels: from the minimal language unit (sound) to the text.

Taken together, these findings suggest that teaching accented speech interpreting through the use of audiovisual materials enables learners to engage with authentic phonetic deviations in a controlled and pedagogically sound environment. The principles outlined – speech-cognitive activity, conscious learning, cognitive optimization, and concentric material progression – form a cohesive methodological framework that supports interpreter training at both the linguistic and cognitive levels.

This methodology may not only enhance students' practical interpreting skills but also develops their metacognitive awareness and decision-making strategies. By gradually exposing learners to increasingly complex types of accented speech within realistic communicative settings, the methodology prepares them for the demands of professional interpreting. Audiovisual materials serve not only as training tools but also as a bridge between theoretical knowledge and practical application, making them indispensable in interpreter education in today's linguistically diverse world.

References

1. Khomenko I. S. Foneticheskaya interferentsiya i problemy perevoda [Phonetic Interference and Problems of Translation] // Vestnik MGLU. 2010. No. 12 (621). Pp. 64–70.
2. Shatilov S. F. Psikholingvisticheskiye osnovy obucheniya ustnomu perevodu [Psycholinguistic Foundations of Teaching Oral Translation]. Voronezh: VGU, 1993. — 214 p.
3. Leontiev A. N. Psikhologicheskiye osnovy formirovaniya navykov perevoda [Psychological Foundations of Translation Skills Formation]. Moscow: Smysl, 2005. — 288 p.
4. Shcherba L. V. Yazykovaya sistema i rechevaya deyatel'nost' [The Language System and Speech Activity]. Moscow: Nauka, 1974. — 432 p.
5. Vedel G. E. Kognitivnye aspekty ustnogo perevoda [Cognitive Aspects of Interpreting] // Voprosy yazykoznaniya. 1987. No. 3. Pp. 45–52.
6. Pöchhacker F. Introducing Interpreting Studies. London: Routledge, 2004. — 196 p.
7. Jones R. Konferents-perevod: rukovodstvo dlya perevodchika [Conference Interpreting Explained]. Trans. from English. Moscow: URSS, 2014. — 256 p.
8. Selivanova O. A. Sovremennaya lingvistika: ponyatiyniy apparat [Modern Linguistics: Conceptual Framework]. Poltava: Dovkillya-K, 2006. — 716 p.

PROSPECTS OF USING THE EDDY COVARIANCE METHOD FOR ESTIMATING METHANE EMISSIONS FROM CATTLE

Rodionov Alexey Viktorovich, Postgraduate student, Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, alrod1on0v@yandex.ru

Yaroslavtsev Alexey Mikhailovich, CSc (Biology), Associate Professor at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, yaroslavtsevam@rgau-msha.ru

Abstract: Methane (CH₄) emissions from cattle contribute significantly to global greenhouse gas (GHG) emissions. The eddy covariance method, widely used to measure gas fluxes at the ecosystem scale, has the potential to quantify CH₄ emissions from grazing and confined cattle systems. However, challenges such as spatial variability, cattle carbon footprint modeling, and data interpretation need to be addressed. This paper reviews recent research on the application to the determination of cattle CH₄ emissions, assesses methodological limitations and discusses prospects for improving the accuracy of the method under consideration. Based on the results of the scientific literature analysis, it is determined that the eddy covariance method is a promising tool for large-scale CH₄ monitoring, and the integration of GPS tracking, tracer methods and real-time sensors allows to improve the accuracy and reliability of the inventory of greenhouse gas emissions from agriculture.

Keywords: cattle, methanogenesis, eddy covariance method

Approximately 14.5% of anthropogenic greenhouse gas emissions come from livestock production, with the main sources of CH₄ being emissions associated with enteric fermentation of livestock and manure [1]. Cattle are a significant source of methane (CH₄), which is produced by enteric fermentation in the rumen [3]. Methane has a high greenhouse gas activity, making its reduction an important objective to reduce the climate impact of livestock production.

Accurate quantification of these emissions is necessary to develop mitigation policies and strategies. While chamber and tracer gas methods allow for accurate measurements at the animal level, they are not sufficiently scalable for large farm-scale assessment. The eddy covariance method, traditionally used in the field of micrometeorology, offers a non-invasive, continuous and spatially integrated approach for measuring CH₄ fluxes from livestock farms.

In analyzing peer-reviewed studies and experimental data on the application of the eddy covariance method in livestock production, particular attention was paid to the following issues: flux measurements under open grazing conditions [5], ways to separate CH₄ fluxes associated with cattle from methane emissions from the landscape [7], and methods for modeling carbon fluxes from mobile sources [5].

The method under consideration is based on the fact that, given a known number of molecules of the substance under study transported upward by a turbulent vortex at time t_1 , and given a known number of molecules of the substance under study transported downward at time t_2 through the same point in space, it is possible to calculate the vertical flux of the substance through that point for the time period under consideration. To obtain the necessary data, a tower with a three-dimensional acoustic anemometer, an open-type gas analyzer, a data logger, and sometimes, an air intake tube for a closed-type gas analyzer, a fine wire thermocouple [2] is installed at the study site (Figure 1).



Fig.1 Tower for measuring GHG emission by turbulent pulsation method

One of the main advantages of using the eddy covariance method to measure methane emissions from cattle is the ability to comprehensively measure greenhouse gas fluxes over a large area, making it suitable for pasture-based livestock production systems. In addition, the eddy covariance method allows for continuous and long-term data collection.

However, despite the possibility to make long-term observations of greenhouse gas fluxes using this method, the analysis of scientific literature has shown that there have been no long-term studies on its implementation in the assessment of emissions from cattle breeding. At the same time, there is no specific methodology for organizing such studies.

The main difficulties in measuring methane emissions from cattle are their mobility, which makes them moving point sources of emissions and results in an uneven contribution to the flux. In addition, distinguishing enteric CH_4 from emissions from soil and manure is difficult without additional analytical methods [5].

An important role in the accuracy of cattle emission measurement by the eddy covariance method is played by the adjustment of the footprint model, which estimates the contribution of each pasture area to the measured flux. This analytical model takes into account measurement height, wind speed and surface roughness. The footprint models used in current research are relatively accurate in describing the contribution for cattle close to the measuring tower, but there is an increase in the error when cattle are farther away from the tower [6].

Therefore, it is necessary to track the movement of the cattle using GPS or trail cameras to adjust the trail model based on the location of the cattle.

The eddy covariance method is a promising tool for quantifying methane emissions from cattle at the ecosystem scale, but its accuracy depends on overcoming spatial heterogeneity and requires adjusting the footprint model to account for distance and location of cattle relative to the tower. Therefore, there is a need to adapt the methodology for applying turbulent pulsations in estimating methane emissions from livestock.

Future research should focus on automated monitoring networks and machine learning applications to refine CH_4 estimates based on eddy covariance. With these improvements, the method under consideration can play a crucial role in validating national greenhouse gas inventories and ensuring sustainable livestock production.

References

8. Сайт Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Шестой оценочный цикл // [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ipcc.ch/languages-2/russian/>. – дата обращения: 17.05.2025;
9. Бурба Г. Метод турбулентных пульсаций: краткое практическое руководство // LI-COR Inc., ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. ШЫИТ 978-0-692-57831-5, 2016.
10. Вторый В.Ф. Результаты исследований концентраций климатически активных газов в коровнике с беспривязным содержанием // Агроинженерия, 4(113), 2022;
11. Berdos J. Greenhouse gas (GHG) emission estimation for cattle: Assessing the potential role of real time feed intake monitor // Sustainability, 15, 14988, 2023;
12. Coates T. Evaluation an eddy covariance technique to estimate point-source emissions and its potential application to grazing cattle // Agriculture and Forest Meteorology, 234, 164-171, 2017;
13. Felber R. Discerning the cows from the pasture: Quantifying and partitioning the NEE of a grazed pasture using position data // Agriculture and Forest Meteorology, 216, 37-47, 2016;
14. Felber R. Eddy covariance methane flux measurements over a grazed pasture: effect of cows as moving point sources // Biogeosciences, 12, 3925-3940, 2015.

УДК 81'322.4

USING A TERMINOLOGICAL DATABASE OF VERBAL NOUNS IN COMPUTER-ASSISTED TRANSLATION

Vera G. Ryabchikova, Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, smirnovaverochka@mail.ru

Abstract. As the title implies the article describes text analytics tools which are used to identify verbal nouns according to specified criteria, and then a terminological base is created in computer-assisted translation tool. It is shown that, translation is based on the features of translation correspondences and algorithms including typological similarities and differences between verbal nouns in English and Russian.

Keywords: verbal nouns, computer-assisted translation, machine translation, terminological database, text analytics tools, industry-specific text.

Based on the operating principle of machine translation systems, it is worth noting that the basis of such programs is the so-called "translation algorithm", which uses both statistical data and information containing grammatical, lexical, syntactic rules. When this system, which is based on artificial intelligence, operates, several thousand texts in different languages are compared in parallel. Next, a list is formed containing certain algorithms and data of "unique features" of the text information being studied, for example, borrowed words or terminology on a given topic, in our study on the topic of entrepreneurship and the agro-industrial complex in Russia and abroad. Any changes that occur in the language, its structure, after some time as a result of the analysis of a number of texts, fall into the statistical base of machine translation programs. Such systems are constantly and continuously updated, but high professional quality of translation, which is carried out by a person who undoubtedly uses these systems in his work, but makes the appropriate adjustments and clarifications, still remains unattainable.

Quite often, in addition to the term "machine translation", you can also come across the term "computer-assisted translation". For an ordinary user, these concepts are identical. But in the professional environment of translators, there is a clear distinction between these concepts. «Computer-assisted translation» is the translation of texts from one language to another by a person using specialized programs, applications. While "machine translation is the process of translating texts from one language to another by a machine using a special computer program» [2]. In other words, three main distinguishing features can be identified. The first is the labor costs of the translator, i.e. the direct participation of a person who is a professional translator in the work. The second is the use of highly specialized translation programs, with which an ordinary user cannot work without taking special courses and training. And the third is the quality of the translation, which will be significantly higher in the work on translating text performed by a professional.

But still, speaking about the advantages of using machine translation systems, it is worth noting their availability, since the program performs the translation within a few minutes or seconds, depending on the volume of text information.

In this study, the main material was texts on the topic of entrepreneurship, the peculiarity of which is the presence of a large number of specialized terms in all areas of agriculture, such as: vegetable growing, gardening, animal husbandry, agricultural machinery, economics, ecology, etc. Therefore, the used machine translation systems and accumulated terminology bases will allow them to be used not only when working with agricultural texts, but also in many other areas, which undoubtedly indicates the need and relevance of this study in general and the current problem of the correct translation of verbal nouns and phrases with verbal nouns in particular, since they are "one of the most semantically loaded units of the language of science [3]", exerting a great influence on the result of the translation of a scientific industry text.

A feature of the translation of verbal nouns by means of automated computer-assisted translation is the use of a certain algorithm of actions, a set of various electronic tools. Due to the similarity of terms, computer-assisted translation is often confused with machine translation systems such as Google Translate, Microsoft Translator, Apple iTranslate, etc. The operating principle of computer-assisted translation, based on fundamental research data [4], is associated with the widespread use of the results of comparative-typological and typological studies of language subsystems and elements.

Let's consider the main advantages of computer-assisted translation:

1. Computer-assisted translation can save time by accumulating, managing and editing translations saved by the translator in the translation database. In other words, let's say it is necessary to translate a scientific article from English into Russian. The translator will work on the translation in computer-assisted translation. «After translation, the industry text will be saved in the translation database - a file containing the source text, translation and file settings» [5].

2. Computer-assisted translation helps to speed up the translation process, ensure consistent terminology and the overall quality of the translated text, and reduce labor costs and working time.

Currently, there are many paid and free computer-assisted translation tools. The best are SDL Studio Trados, memoQ, Wordfast, DejaVu, Memsource and OmegaT.

Often, a terminology management tool can be built into computer-assisted translation or used as an additional component.

This is a tool for creating, managing and storing terminology databases, i.e., vocabulary lists that should be included in the translation.

Let's say that if a translator has a glossary on the subject of the text being translated, he can use this list of terms when working with industry-specific texts on this subject in order to ensure uniformity and reliability, and on the basis of the accumulated vocabulary material, he creates a

terminology base [1]. In the future, working with material in this industry, the translator, using the formed terminology base, will be able to automatically obtain the most accurate translation options.

Currently, so-called text analytics tools have been created, with the help of which the collection, accumulation, classification of terms and phrases with these terms is carried out. With the help of these tools, a translator can work with industry texts of different volumes, and these programs will select, compare, check the desired term or phrase with the existing options in the terminology base. The most popular text analytics tools due to their ease of use at the moment are:

- RapidMiner
- Lexalytics
- Google Natural Language AI
- Orange Data Mining (Figure 1)



Fig 1. Orange Data Mining

We will provide examples of translation of such verbal nouns from industry-specific texts on agricultural machinery (Table 1).

Table 1.

Variants of translation of verbal nouns

Function of a verbal noun	English text	Translation into Russian
infinitive	Flywheel fastened to the rear end of the crankshaft serves to make the shaft revolve uniformly	Маховик, закрепленный на заднем конце коленвала, служит для равномерного вращения вала
ing-form	After igniting , the mixture of fuel and air burns and the formed gases expand	После воспламенения смесь топлива и воздуха сгорает и образовавшиеся газы расширяются
Participle II	The volume displaced by	Прохождение поршнем

	the piston as it moves from the bottom dead center to the top dead center is termed the displacement.	объема при его движении от нижней мертвой точки к верхней мертвой точке называется рабочий объем цилиндров.
adjective	After the expanding combustion gases the piston moves downwards on its power stroke which continues until the exhaust ports are opened.	После расширения сгоревших газов поршень движется вниз на рабочем ходе который продолжается до тех пор пока выпускные отверстия открыты.

Having analyzed the data of the sentences from Table 1, which presents the translation of sentences containing constructions with verbal nouns, we can say that in English the verbal noun is used less often than in Russian. As O.A. Suleimanova notes, «the nature of abstraction in the semantics of verbal nouns is different from that of collective nouns» [6, p. 126]. «Thus, the translation strategy, which is generally aimed at eliminating this abstraction, is oriented towards its development into full predicativity. Thus, when translating, verbal nouns must be transformed into secondary predicative structures (infinitive, participle, gerund), or omitted if they are semantically empty» [6].

In connection with the above, it is proposed to create a terminological base of phrases with verbal nouns containing various translation options based on texts and articles on agricultural topics. From the analyzed data, we can conclude that the use of modern automated translation systems for working with industry texts seems possible and effective in combination with a terminological base. There is great potential for improving this technology by replenishing the translator's vocabulary database and constantly improving the algorithms for determining the types of text being translated. A potential solution to the problem of the translator's vocabulary base is seen in the use of constantly expanding user online dictionaries that include vocabulary of various levels.

References

1. Бабушкина, Л. Е. Реализация педагогических условий формирования социокультурной компетенции у студентов педагогического вуза при изучении иностранных языков средствами информационно-коммуникационных технологий (работа проводилась при поддержке Минобрнауки Российской Федерации в рамках Программы стратегического развития "Педагогические кадры для инновационной России") / Л. Е. Бабушкина // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 1. – С. 61-65.
2. Глушакова, С. В. Сравнительный анализ автоматизированного и машинного перевода на основе текстов по системе менеджмента качества / С. В. Глушакова // Наука и образование, Томск, 23–27 апреля 2012 года. Том II. – Томск: Томский государственный педагогический университет, 2012. – С. 54-60.
3. Горшкова, О. С. Переводческие трансформации при передаче отглагольных существительных (на материале кинофильма О.Стоуна "Путин") / О. С. Горшкова // Наука в мегаполисе Science in a Megapolis. – 2018. – № 4(8). – С. 12.
4. Кидар, А. А. Перевод специализированных текстов при помощи современного машинного перевода / А. А. Кидар, Д. А. Глинский // Молодежь. Наука. Инновации. – 2024. – Т. 2. – С. 103-110..

5. Синицына, И. А. Использование компьютерных обучающих программ в процессе преподавания иностранного языка (на материале онлайн-заданий по английскому языку) / И. А. Синицына // Педагогические науки. – 2014. – № 1(64). – С. 41-42.

6. Suleymanova O.A. Prognozirovaniye perevodcheskogo «Konflikta»: istoki i puti preodoleniya. M.: Vestnik PNIPU. 2013. Page 118-132

УДК 551.58

COMPARATIVE STUDY OF SPI AND RDI DROUGHT INDICES IN THE LATAKIA REGION

Abdulrahman Saleh, Postgraduate student, Department of Forestry and Environment, Latakia University, Syria, abdulrahman1996nez@gmail.com

Scientific adviser: Babushkina Larisa Evgenievna, CSc (Pedagogy), Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, l.babushkina@rgau-msha.ru

Abstract. The aim of the study is to comparatively analyse two drought indices, SPI and RDI, in the climatic conditions of Latakia region for the period 1973-2019. Seasonal and annual values were analysed and differences in the sensitivity of the indices to changes in precipitation and evapotranspiration were evaluated. The results allow to identify key climate risks and determine the most sustainable drought assessment method for the region.

Key words: drought index, SPI, RDI, meteorological data, Latakia.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДЕКСОВ ЗАСУХИ SPI И RDI В РЕГИОНЕ ЛАТТАКИЯ

Абдулрахман Салех, аспирант кафедры лесного хозяйства и окружающей среды, Университет Латакии, Сирия, abdulrahman1996nez@gmail.com

Бабушкина Лариса Евгеньевна, к.п.н, доцент, доцент кафедры иностранных и русского языков, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, l.babushkina@rgau-msha.ru

Аннотация. Целью исследования является сравнительный анализ двух индексов засухи – SPI и RDI – в климатических условиях региона Латакия за период 1973–2019 гг. Проанализированы сезонные и годовые значения, оценены различия в чувствительности индексов к изменению осадков и испаряемости. Полученные результаты позволяют выявить ключевые климатические риски и определить наиболее устойчивый метод оценки засухи для данного региона.

Ключевые слова: индекс засухи, SPI, RDI, метеорологические данные, Латакия.

Introduction

Drought is a recurring climatic phenomenon affecting all climate zones on Earth regardless of annual precipitation levels. Its characteristics – intensity, duration, and geographical spread – vary greatly. Drought is not a new threat, but a longstanding hazard that intermittently affects regions, causing damage of varying severity.

Drought is closely associated with water resource scarcity over extensive areas and prolonged periods. Unlike aridity, which is a permanent climatic feature associated with low

rainfall, droughts are temporary and irregular. Globally, drought is among the most complex and least understood natural hazards, often more costly and widespread in impact than floods or hurricanes.

Reliable assessment of drought is essential for water resource management and mitigation planning. Several indices have been developed to quantify water shortages, among them the Standardized Precipitation Index (SPI), based solely on rainfall, and the Reconnaissance Drought Index (RDI), which incorporates evapotranspiration.

This study evaluates drought in the Lattakia region using SPI and RDI to determine [1] which provides more reliable insight for local agricultural planning and water management in the face of climate change.

Objectives:

1. To conduct a comprehensive review of existing scientific literature on the application of SPI and RDI drought indices across diverse climatic regions.
2. To assess the severity and frequency of drought in the Lattakia region using SPI and RDI at both seasonal and annual scales during the period from 1975 to 2015.
3. To compare the performance of SPI and RDI and identify the more suitable index for use in agricultural planning and water resource management in the study region.

Materials and Methods

This study builds upon prior research in plant production and drought monitoring, including investigations that utilized SPI, RDI, and DI indices through the DrinC software to evaluate meteorological drought in Isparta [3], a semi-arid Mediterranean region in Türkiye, as well as studies that conducted comparative assessments of SPI, SPEI, and RDI indices to analyze [4] the spatial and temporal variability of drought conditions across Türkiye.

The study was conducted in the Lattakia Governorate, situated on the western Syrian coast along the eastern Mediterranean. The region is characterized by a humid Mediterranean climate, with hot, dry summers and mild, wet winters. This area is agriculturally significant and climatically diverse, making it an ideal case for evaluating drought dynamics. Its topography and proximity to the sea contribute to local microclimatic variations, which may influence the onset and severity of drought events.

The analysis encompassed 40 years of continuous meteorological data (1975/1976 to 2014/2015) sourced from the Lattakia Weather Station. The dataset included monthly values of precipitation, minimum and maximum temperature, relative humidity, wind speed, and sunshine duration. Reference evapotranspiration (ET_0) was computed using the standardized FAO-56 Penman-Monteith method [2], which ensures accurate estimation based on climatic inputs and is widely used in hydrological and agricultural drought assessments.

The two drought indices applied in this study were the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Reconnaissance Drought Index (RDI). Both indices were calculated for seasonal (3-month) and annual (12-month) scales using software provided by the National Drought Mitigation Center (NDMC) and custom-built programs developed in Visual Basic. Classification of drought events followed the guidelines and threshold categories recommended by the World Meteorological Organization (WMO) [5], ensuring methodological consistency with global best practices.

Statistical analysis was carried out using SPSS v24. Linear correlation analysis and regression modeling were employed to examine the consistency and relationship between SPI and RDI results. Additional statistical diagnostics, including scatterplot visualizations and residual analysis [6], were used to evaluate the strength of agreement and detect potential outliers or seasonal shifts. These approaches enhanced the reliability of the comparative assessment and supported the validation of findings.

Results and Discussion

The analysis of SPI and RDI over the 40-year period revealed notable differences and similarities in the detection of drought episodes in the Lattakia region. The average annual rainfall was 736.7 mm, with significant year-to-year variability. The driest year recorded was 2013/2014 with 258.9 mm, while the wettest year was 2011/2012 with 1189.5 mm. These fluctuations underscore the importance of long-term monitoring in identifying trends and anomalies in drought frequency. Moreover, the interannual variability highlights the vulnerability of local agriculture and water systems to climatic extremes.

Seasonally, the majority of droughts occurred during the spring and autumn seasons. Moderate droughts were the most frequently observed, followed by severe and extreme droughts. RDI was generally more sensitive than SPI, detecting slightly more drought events across the time series. This increased sensitivity is likely due to RDI's inclusion of evapotranspiration, which provides a more comprehensive reflection of moisture deficits during transitional seasons. These findings emphasize the necessity of employing multi-variable indices like RDI in regions where seasonal shifts significantly influence drought behavior [4].

Table 1

Summary of drought events by index and time scale

Time Scale	Index	Total Drought Events	Extreme Events (%)
Annual	SPI-12	3	10
Annual	RDI-12	4	10
Seasonal	SPI-3	19	5
Seasonal	RDI-3	22	5

Sources: made by authors.

A statistical comparison showed a high correlation between SPI and RDI values, particularly on annual scales ($r = 0.99$). This indicates that precipitation alone (SPI) can be an effective indicator for drought monitoring in humid Mediterranean climates like that of Lattakia. However, incorporating evapotranspiration (as RDI does) may improve accuracy in drier years. Table 1 summarizes the number of drought events and extreme events identified by each index across different time scales.

Conclusions and Recommendations

Based on the analysis of SPI and RDI indices over the period from 1975 to 2015, the following conclusions can be drawn:

1. The Lattakia region experienced intermittent drought events of varying severity, with notable episodes particularly in spring and autumn seasons.
2. The SPI and RDI indices provided consistent results, though RDI showed slightly higher sensitivity due to its inclusion of evapotranspiration.
3. The SPI, being simpler and requiring fewer parameters, can serve as a reliable and efficient tool for monitoring drought in the region.
4. The application of both indices together is recommended for comprehensive drought analysis and planning.

Recommendations:

1. Local agricultural and environmental authorities should adopt drought indices in their monitoring systems to improve preparedness and response.
2. More advanced tools incorporating remote sensing and real-time meteorological data should be developed to enhance drought forecasting.
3. Further research is encouraged to validate these indices across other Syrian regions and to assess their performance under future climate change scenarios.

References

1. Khalili, A., Bazrafshan, J., & Hejazi, E. (2019). Assessment of SPI and SPEI drought indices under climate change scenarios. *International Journal of Climatology*, 39(3), 1893–1907. – URL: <https://doi.org/10.1002/joc.5920> (accessed on 23.05.2025)
2. Лукьянченко, М. В. Растениеводство / М. В. Лукьянченко, А. А. Зайцев. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-9675-1030-4. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43786112> (дата обращения 23.05.2025).
3. Agharezaee M., Ucar Yu., Kocięcka J., Terzi Ö. (2025). Monitoring meteorological drought by different drought indices (SPI, RDI, and DI) using drought indices calculator (DrinC) – A case study from Isparta district, a semi-arid Mediterranean region in Türkiye. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*. 29 (2), 117-134. – URL: <https://doi.org/10.25518/1780-4507.21206> (accessed on 23.05.2025).
4. Öz, F.Y., Özelkan, E. & Tatlı, H. (2024). Comparative analysis of SPI, SPEI, and RDI indices for assessing spatio-temporal variation of drought in Türkiye. *Earth Science Informatics*. 17, 4473–4505. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01401-8> (accessed on 23.05.2025).
5. Rahimi Bondarabadi, S. (2023). Projection of Meteorological Drought Karkheh Basin Under Climate Change Scenarios. *Journal of Environmental Science Studies*. 8(3), 6911-6921. – URL: <https://doi.org/10.22034/jess.2023.378847.1938> (accessed on 23.05.2025).
6. Alimkulov S., Makhmudova L., Talipova E., Baspakova G., Monkayeva G. (2025). Assessment of the impacts of climate change on drought intensity and frequency using SPI and SPEI in the Southern Pre-Balkash region, Kazakhstan. *Watershed Ecology and the Environment*. Vol. 7, 11-22, ISSN 2589-4714. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2024.12.001> (accessed on 23.05.2025).

УДК 631.672.3

ANALYSE HYDROLOGIQUE ET SOCIO-ENVIRONNEMENTALE DU FLEUVE DE KONKOURE EN GUINEE: CARACTERISATION DES RESSOURCES EN EAU, DE LA POPULATION ET DE L'OCCUPATION DES SOLS

Sylla Amadou, étudiant en première année du troisième cycle d'études, département de l'hydraulique, hydrologie et gestion des ressources de l'eau, l'Université agraire d'Etat de Russie, l'Académie d'agriculture de Moscou K.A.Timiriazev. amadousyllasylla165@gmail.com
Zaitsev Aleksei Anatolievich, CSc (Philology), maître de conférences, directeur du département des langues étrangères de L'Université agraire d'Etat de Russie – L'académie agricole Timiriazev, a.zaizev@mail.ru

Résumé: L'analyse du bassin versant de Konkouré en Guinée, d'environ 18 692 km² et comprenant dix préfectures, étudie les aspects politiques, démographiques et hydrologiques. En 2020, la population était de 1,23 million, avec une croissance de 1,5 %. Entre 2000 et 2020, la couverture forestière a diminué de 4 %, tandis que les surfaces construites ont augmenté de 86 %. Six barrages, dont Souapiti et Garafiri, sont cruciaux pour l'hydroélectricité.

Mots clés: analyse, hydrologique, socio-environnementale, bassin versant Konkoure, population

Introduction

L'étude des bassins versants est essentielle pour comprendre la dynamique hydrologique et socio-environnementale dans une région donnée. Ce rapport présente une analyse détaillée du bassin versant de Konkouré dont l'exutoire est situé à (9,981° S, -13,674° O), couvrant une superficie d'environ 18 692 km². Il est situé entièrement en Guinée, englobant dix préfectures principales.

Cette étude vise à évaluer les caractéristiques politiques et démographiques du bassin, l'occupation des sols et les changements survenus entre 2000 et 2020, les paramètres hydrologiques tels que la précipitation, l'évapotranspiration et le stockage total d'eau, ainsi que les infrastructures d'irrigation et les barrages présents dans la zone. L'analyse repose sur des données issues de bases internationales reconnues et fournit une base solide pour la gestion des ressources hydriques et la planification environnementale.

Matériels et Méthodes

Cette recherche porte sur le bassin versant de Konkouré, situé entre la Guinée maritime et la moyenne Guinée. Les informations utilisées dans cette étude proviennent de plusieurs sources fiables et reconnues. Les données démographiques ont été recueillies auprès de GlobPop [4], tandis que l'évaluation de l'occupation des sols s'est appuyée sur les bases de données Global Land Cover [6], [8].

Les données hydrologiques ont été extraites des bases WorldClim et GLEAM v3.6B [2, 5], et le stockage d'eau a été évalué à partir des mesures satellites GRACE [8]. Les informations sur l'irrigation et les barrages proviennent de Global Dam Watch [3]. Les méthodes employées comprennent une analyse des frontières politiques basée sur la base Natural Earth, une évaluation de l'évolution démographique sur 30 ans et une étude des changements dans l'occupation des sols en comparant les données de 2000 et 2020.

Les paramètres hydrologiques (Figure 1) tels que la précipitation, l'évapotranspiration et le stockage d'eau ont été analysés à l'aide de modèles climatiques et de données satellitaires. De plus, les infrastructures hydrauliques, y compris les barrages et les systèmes d'irrigation, ont été identifiées pour évaluer leurs impacts sur l'environnement et l'agriculture.



Fig.1 Les paramètres hydrologiques

Résultats et Discussion

Le bassin de Konkouré couvre 10 préfectures, dont Pita (23 %) et Kindia (22 %) représentent les zones les plus peuplées. En 2020, la population totale est estimée à environ 1,23 million d'habitants (Tableau 1), avec une croissance annuelle moyenne de 1,5 % [4]. Cette croissance démographique exerce une pression croissante sur les ressources naturelles, nécessitant une gestion efficace pour préserver la qualité et la disponibilité des ressources en eau face à l'urbanisation et à l'expansion agricole.

Tableau 1.

Préfectures du bassin versant.

Prefecture	Superficie (km ²)	Percent of watershed
Pita	3,850	23%
Kindia	3,630	22%
Dubréka	2,070	12%
Fria	1,410	8%
Dalaba	1,320	8%
Télimélé	1,260	8%
Labé	948	6%
Lélouma	905	5%
Mamou	796	5%
Coyah	514	3%

Occupation du sols du bassin versant de Konkouré

En ce qui concerne l'occupation des sols, des changements significatifs ont été observés entre 2000 et 2020. La couverture arborée a diminué de 4 %, passant de 12 900 km² à 12 300 km², tandis que les surfaces construites ont augmenté de 86 %, illustrant l'expansion urbaine rapide. Les zones cultivées ont également connu une hausse de 73 %, reflétant une intensification agricole. Ces transformations augmentent le ruissellement et réduisent l'infiltration, ce qui affecte la recharge des nappes phréatiques et la qualité des eaux superficielles.

Hydrologie

Sur le plan hydrologique, la précipitation annuelle moyenne est estimée à 2 261 mm par an, ces précipitations comprennent toutes les formes d'eau, y compris la pluie. Une portion de cette eau s'échappe de la surface du bassin versant par évaporation et transpiration, ainsi que par la perte d'eau des plantes. tandis que l'évapotranspiration atteint environ 898 mm [2]. Le stockage total d'eau, mesuré par les satellites GRACE, montre une légère tendance à la hausse de 3,5 cm par décennie, bien que cette variation ne soit pas statistiquement significative [7]. Ces résultats soulignent la nécessité d'un suivi continu pour détecter d'éventuelles évolutions dans la disponibilité des ressources hydriques.

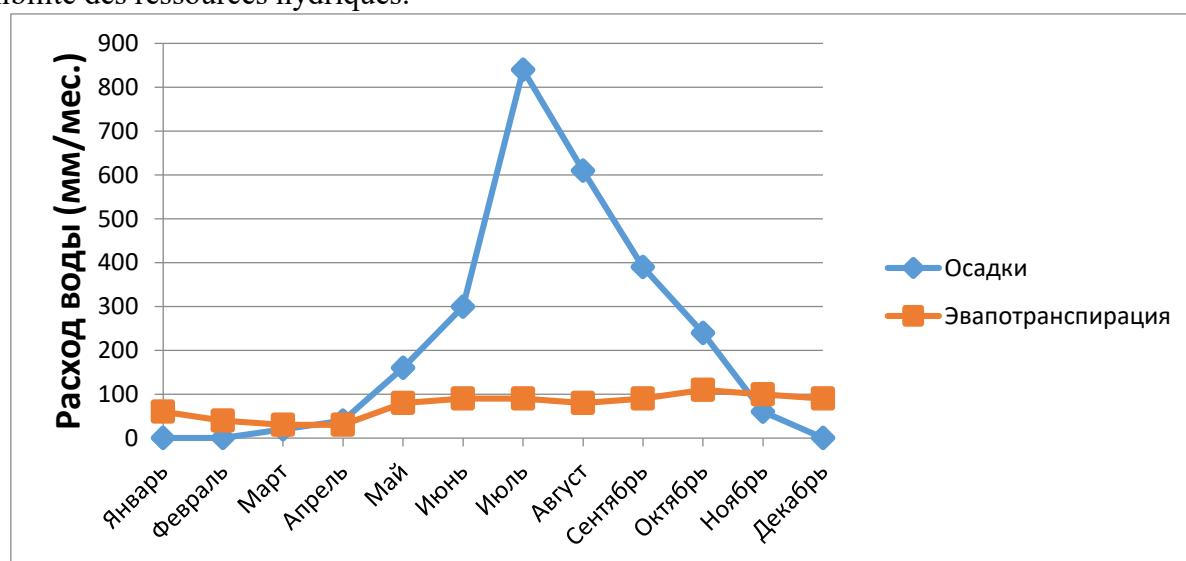


Fig.2 Les données sur les précipitations

Les données sur les précipitations proviennent de WorldClim, un ensemble de données mondial élaboré par des chercheurs de l'Université d'East Anglia [2], qui repose sur la réduction d'échelle et la correction des biais de l'ensemble de données CRU-TS [1], basé sur une vaste collection d'observations de stations de 1901 à 2018 (Figure 2). En ce qui concerne l'évapotranspiration, qui est plus difficile à estimer, nous utilisons le jeu de données GLEAM v3.6B, qui intègre des données de modélisation et de télédétection [5].

Anomalie Totale De Stockage D'Eau.

La quantité totale d'eau dans le bassin versant semble croître à un rythme de 3,5 cm par décennie (P = 0,07). Cette valeur de P indique que la tendance observée n'est pas statistiquement significative. En d'autres termes, il n'existe pas suffisamment de preuves pour affirmer qu'une tendance significative se dégage des données. Les informations concernant les anomalies de stockage total de l'eau GRACE proviennent du Center for Space Research de l'Université du Texas à Austin [7].

Irrigation

En 2005, le fleuve Konkoure comptait 13,9 km² de terres irriguées, représentant 0,1% du bassin versant. L'irrigation favorise la croissance des cultures, surtout en zones arides, mais son expansion peut réduire le débit des rivières, nuire aux écosystèmes aquatiques et entraîner une pollution par les nutriments et les pesticides [3].

Barrages

Le bassin versant de Konkoure abrite six barrages répertoriés dans la base de données mondiale de Surveillance des barrages, avec une capacité totale de 8 220 millions de m³. Ces barrages, qui mesurent l'hydromodification, sont utilisés pour la production d'électricité, l'approvisionnement en eau, l'irrigation, la lutte contre les inondations et les loisirs. Toutefois, une mauvaise gestion peut entraîner des impacts environnementaux significatifs, incitant de nombreux gouvernements à supprimer des barrages pour restaurer les rivières. Pour approfondir l'impact des barrages, le livre <<Silenced Rivers>> de Patrick McCully est recommandé. Les données sur ces barrages proviennent de la base de données Global Dam Watch, publiée en juillet 2024 [3].

Tableau 2

Les données sur ces barrages proviennent de la base

Dam Name	River	Main Use	Year	Dam Height (m)	Capacity (10 ⁶ m³)
Souapiti	Konkoure	Hydroelectricity	Built 2021	116.0	6300.0
Garafiri	Konkoure	Hydroelectricity	Built 1999	80.0	1600.0
Banieya	Samou	Hydroelectricity	Built 1969	30.0	223.0
Chou frise	Samou	Hydroelectricity	Built 1963	20.0	14.0
Kaleta	Konkoure	Hydroelectricite	2015	49.2	45.1
Amaria	Konkoure	Hydroelectricite	en cours	60.0	41.8

Conclusion

Cette étude fournit une analyse complète des caractéristiques socio-environnementales et hydrologiques du bassin versant étudié. Elle met en évidence une croissance démographique rapide,

nécessitant une planification urbaine et agricole durable, ainsi que des changements significatifs dans l'occupation des sols qui augmentent les risques d'érosion, de ruissellement et de pollution des eaux. Les analyses hydrologiques montrent des précipitations abondantes mais une augmentation modérée du stockage d'eau, ce qui nécessite une surveillance continue. Par ailleurs, les infrastructures hydrauliques existantes, en particulier les barrages, doivent être gérées de manière équilibrée pour répondre aux besoins de développement tout en préservant l'environnement.

Références

1. Fick, S.E., and R.J. Hijmans. 2017. "WorldClim 2: New 1-km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global LandAreas." *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302–15. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
2. Harris, I., Osborn, T.J., Jones, P. et al. Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data* 7, 109 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>
3. Lehner, B., Beames, P., Mulligan, M. et al. The Global Dam Watch database of river barrier and reservoir information for large-scale applications. *Scientific Data* 11, 1069 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03752-9>
4. Liu, L., X. Cao, S. Li, and N. Jie. "A 31-Year (1990–2020) Global Gridded Population Dataset Generated by Cluster Analysis and Statistical Learning." *Scientific Data* 11, no. 1 (January 24, 2024): 124. <https://doi.org/10.1038/s41597024-02913-0>.
5. Martens, B., Miralles, D.G., Lievens, H., van der Schalie, R., de Jeu, R.A.M., Fernández-Prieto, D., Beck, H.E., Dorigo, W.A., and Verhoest, N.E.C. 2017. GLEAM v3: satellite-based land evaporation and root-zone soil moisture, *Geoscientific Model Development*, 10, 1903–1925. <https://doi.org/10.5194/gmd-10-1903-2017>.
6. Potapov P., Hansen M.C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X.-P., Bagge A., Kommareddy I., Kommareddy A. (2022) The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing*. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903>.
7. Save, H., S. Be adpur, and B.D. Tapley (2016), High resolution CSR GRACE RL05 mascons, *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 121. <https://doi.org/10.1002/2016JB013007>
8. Лукьянченко, М. В. Растениеводство / М. В. Лукьянченко, А. А. Зайцев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-9675-1030-4.

УДК 631.3.636

COMPUTER VISION AS A TOOL FOR MAINTAINING OPTIMAL HEALTH IN PASTURE-RAISED LIVESTOCK

Vetoshkin Artem Yurievich, Postgraduate student, Department of Statistics and Cybernetics, Institute of Economics and Management in Agribusiness, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vetoshkin@rgau-msha.ru

Fomina Tatiana Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract. The article explores the potential applications of artificial intelligence, with a specific focus on computer vision technologies, to address contemporary challenges in the industry. Authors explored that sufficient high-quality data to analyze salivary secretion volume enables timely dietary adjustments and preventive measures against digestive tract disorders.

Keywords: Computer vision, machine learning, artificial intelligence, food security, feed intake, cattle.

Food security as a key indicator of agricultural development

Food security constitutes an integral component of national security. Ensuring the population's access to all necessary food products plays a crucial role in the socioeconomic development of both the state as a whole and individual region.

The key challenges to food security in the Russian Federation are:

- Limited financial resources availability;
- Agricultural market monopolization;
- International sanctions.



Figure 1 – Consumption structure of different meat types among Russian Federation citizens, 2006–2021

Analysis of the structure presented in Figure 1 revealed a trend of rapid decline in cattle numbers for slaughter. This tendency can be attributed to the low economic efficiency of beef cattle production.

Identification of Key Challenges in Beef and Dairy Cattle Production

To improve beef and veal consumption trends, key challenges faced by farmers and large agricultural enterprises in cattle meat and dairy production were identified, including: health management and increased breed diversity may present difficulties, particularly regarding disease control and ensuring adequate veterinary care. Enhancing genetic traits, managing reproductive processes, and ensuring product safety also pose challenges for modern farmers. Furthermore, issues related to sustainability, ethical practices, and environmental stewardship are central to efficient beef and dairy cattle breeding.

Primary focus should be given to developing solutions for livestock health monitoring and management. To maintain optimal health standards and minimize herd morbidity, the following is required:

- Comprehensive cattle nutrition monitoring
- Disease prevention and timely veterinary interventions
- Proper herd maintenance practices
- Adequate animal activity levels

Computer vision and artificial intelligence are being actively implemented to support balanced nutrition and ensure proper mineral supplementation for pasture-raised cattle.

Computer vision in agriculture as a tool for monitoring herd health

Large agricultural enterprises have recently been increasingly using computer vision for continuous monitoring and herd health tracking. One of the methods already implemented in major agribusinesses is feed table monitoring. Camera-based sensors analyze feed availability on the feeding table in real time, helping to minimize feed waste and optimize feed unit consumption accordingly (Figure 2).



Figure 2 – Computer vision system for monitoring feed intake from the feeding table

In addition to feed table monitoring, comprehensive tracking of individual animal behavior patterns within the herd is actively used to detect behavioral changes in livestock activity in a timely manner. Such deviations may indicate the disease onset (Figure 3).



Figure 3 – Monitoring of cows' physiological status

In addition to low feed intake and reduced activity, there are numerous other factors that can trigger digestive tract disorders. Like most ruminants, cows have four stomach compartments: the rumen, reticulum, and omasum – which primarily serve as food storage chambers – and the abomasum, which performs more conventional food digestion functions. Given the complexity of their digestive system, careful management and adequate intake of vitamins and minerals are essential to maintain proper intestinal function.

A Computer Vision Model for Monitoring Pasture Cattle Rumination

It is recommended to implement a computer vision model for monitoring pasture cattle salivation stimulation processes for further improvement of animals' digestive system functions.

Bovine saliva has a unique composition containing amino acids, enzymes, fatty acids, various vitamins, and trace elements. Importantly, it includes lysozyme - a natural antiseptic that disinfects ingested feed, heals minor oral cavity wounds and abrasions caused by coarse forage consumption, and supports proper rumen and intestinal function. Saliva also plays an active role in protein absorption, directly affecting the animal's muscle mass and milk yield volume.

In ruminants, salivation occurs at approximately 120 ml/min during feeding and about 150 ml/min during rumination. When cattle cease chewing, saliva production drops to 60 ml/min. On average, a healthy cow chews for up to 10 hours daily, requiring approximately 72 liters of saliva per day for proper metabolic function.

Salt licks can effectively stimulate salivation in ruminants, while artificial intelligence and computer vision enable monitoring and quantification of salivary secretion. Implementing this system requires monitoring cameras to track each animal's rumination time, resting periods, and feed intake volumes.

Conclusion

Thus, the integrated monitoring of cows' physiological status, feed intake tracking at the feeding table, and rumination surveillance system collectively provide sufficient high-quality data to analyze salivary secretion volume. This enables timely dietary adjustments and preventive measures against digestive tract disorders.

References

1. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook / C. C. Aggarwal. — Cham: Springer, 2018. — 497 p.
2. Anna Tikhonova, Lubov Goncharenko, Nadezhda Melnikova and Yuliya Malkova Assessment of the Influence of the Current National Economy Development State upon Personal Income Taxation System // Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 15-16 November 2018, Seville Spain. Pp. 7982-7989. ISBN: 978-0-9998551-1-9.
3. Auffarth B. Machine Learning for Time Series: Use Python to forecast, predict, and detect anomalies with state-of-the-art machine learning methods / B. Auffarth. — 2nd ed. — Birmingham: Packt Publishing, 2023. — 526 p.
4. Essential Principles of Working with Statistical Information / Кагирова М.В. М.: Publisher RSAU-MTAA, 2016. – 86 с.
5. Kireenko A. P., Orlova E. N. The Role of Tax Incentives in Promotion of Innovation Activity in the Russian Federation. 13th International scientific-technical conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings (APEIE 2016). Novosibirsk, 2016. Vol. 1, Part 3, pp. 242-247.
6. Steshenko J. A., Tikhonova A. V. An integral approach to evaluating the effectiveness of tax incentives. Journal of Tax Reform, 2018, vol. 4, no. 2, pp. 157–173. DOI: 10.15826/jtr.2018.4.2.050
7. Vodyannikov V.T., Sergeyeva N.V., Fomina T.N. The role of digital advances in agricultural systems, В сборнике: Innovations in Sustainable Agricultural Systems (ISAS 2024) (Lecture Notes in Networks and Systems). Conference proceedings. Cham, Switzerland, 2024. С. 132-139.

УДК 159.9.07

THE IMPACT OF OFFICE SPATIAL ENVIRONMENT ON EMPLOYEES' PSYCHOLOGICAL WELL-BEING

Makovec Angelina Sergeevna, Postgraduate student, Department of Pedagogy and Psychology of Professional Education, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, lina.makovets@mail.ru

Panukova Yulia Gennadiyevna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor at Pedagogy and Psychology of Professional Education, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, apanukov@mail.ru

Fomina Tatiana Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract. *The article examines factors influencing the perception of office space and its role in enhancing professional efficiency. It is shown that a comfortable work atmosphere increases motivation, reduces stress, and improves productivity. Modern office formats require a flexible approach to design that considers both psychological and functional employee needs.*

Keywords: *office, office space, spatial environment, psychological well-being, productivity, environmental perception*

Among the multitude of factors contributing to enhanced professional efficiency across various economic sectors, the organization of workspace—including office environment parameters—occupies a critical position. Importantly, alongside objective spatial characteristics such as layout, lighting, acoustic conditions, and ergonomic design, employees' subjective perception of their working conditions carries substantial significance.

Analysis through the lenses of environmental and organizational psychology confirms that workers' individual perceptions significantly influence their motivation levels, job engagement, and overall productivity. The study of office space perception proves particularly relevant in today's context of hybrid work models and the growing emphasis on ergonomic design for psychological comfort. This research urgency is further compounded by rapidly evolving labor conditions and workspace organization trends.

Contemporary office formats like open-plan spaces and coworking environments are fundamentally transforming how employees interact with their work settings. A deeper understanding of staff perceptions enables organizations to develop more effective and user-friendly offices that simultaneously enhance individual performance and foster collaborative synergy.

The study focuses on several fundamental concepts. An office constitutes a multifunctional physical space and strategic resource that contributes to enhancing employee productivity, improving quality of life, and strengthening both health and psychological well-being [5]. International practice has established a classification system for office properties that categorizes them into three classes (A, B, and C) based on location and comfort levels [6]. In the Russian Federation, this classification has been extended to include additional classes (D, E, and F), since no more than 20% of premises meet international standards. Nevertheless, virtually all professional workspaces are referred to as offices in Russia, with workstations being called office workplaces. This broad definition encompasses everything from VIP offices for organizational leaders to windowless rooms in basement areas [1].

Office space, or the spatial environment of an office, according to J. Fischer, is the result of the interaction between physical, functional, and psychological factors that influence human perception and well-being [1]. Therefore, even with optimal technical specifications, a negative subjective perception of the workspace can significantly reduce both job satisfaction and productivity.

The spatial environment plays a crucial role in shaping employees' psychological well-being. Contemporary research confirms that this well-being is directly influenced by various aspects of the office environment, including workstation design, team communication, levels of stress and nervous tension, as well as opportunities for professional development [3, p. 109].

Spatial perception belongs to the bodily-perceptual sphere of consciousness and sensory cognition. It is not merely a summation of sensations but a synthetic act involving cognitive, practical, and emotional activity. Perception is shaped by meanings, values, and personal significance. Human behavior is determined not so much by the objective characteristics of the environment as by their subjective interpretation and personal relevance [4]. Although a significant body of research has already been accumulated on how people perceive their surroundings, few studies have attempted to systematize this knowledge [6].

Comfortable workspaces and a healthy working environment contribute to improved concentration, higher productivity, and greater psychological comfort among employees. Lighting, noise, temperature, and ergonomic design directly affect focus and stress levels. Notably, the presence of natural light and indoor plants has been shown to reduce stress by as much as 19%.

The perception of office spatial environment and its impact on employees' psychological well-being represents a complex multidimensional process that necessitates not only comprehensive analysis but also a systematic, phased approach to improving working conditions. The creation of a comfortable and supportive atmosphere can significantly influence staff satisfaction levels while simultaneously enhancing work quality and operational efficiency - factors that prove crucial for the successful functioning of any organization [7].

References:

1. Burak, V.E. Research on Production Environment Factors in Office Premises // All-Russian Scientific and Practical Conference "Safety Service in Russia: Experience, Problems, Prospects. Formation of Life Safety Culture: Priorities, Problems, Solutions". St. Petersburg, September 26, 2018. St. Petersburg, 2018. Pp. 95–101
2. Manastyrnyi, D.N. Influence of the Work Environment on Employees' Psychological Well-being // *Perspektivy razvitiya pedagogiki, psikhologii i yazykoznaniiya v usloviyakh sovremennykh vyzovov* (Prospects for the Development of Pedagogy, Psychology and Linguistics under Modern Challenges). — Krasnodar: Novatsiya, 2024. — 151 p
3. Nartova-Bochaver, S.K. Life Environment as a Source of Stress and a Resource for Overcoming It: Returning to the Psychology of Everyday Life // *Psikhologicheskii zhurnal* (Psychological Journal). — 2019. — Vol. 40, No. 5. — Pp. 15–26.
4. Pavlova, M.V. Features of a "Healthy" Office and Their Relationship with Employees' Psychological Well-being: Dissertation for the Degree of Candidate of Psychological Sciences (Specialty 5.3.5), Approved on June 16, 2024. Moscow, 2024
5. Panyukova, Yu.G., Panyukov, A.I. Opportunities of Semantic Methods in Ecopsychological Research // *Obshchestvo: sotsiologiya, psikhologiya, pedagogika* (Society: Sociology, Psychology, Education). — 2022. — No. 4 (96). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-semanticheskikh-metodov-v-ekopsihologicheskikh-issledovaniyah> (accessed: 21.04.2025).
6. Sternik, G.M. Classification of Office Real Estate [Electronic Resource]. URL: http://www.realtymarket.ru/docs/met_14.htm. (accessed: 20.04.2025).
7. Neiskashova E.V., Fomina T.N. Counterexamples and critical thinking formation, B сборнике: *Journal of Physics: Conference Series*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. C. 12232.

УДК: 338.43: 330.322

DEVELOPMENT OF INVESTMENT ACTIVITY IN THE AGRIBUSSINESS SECTOR

Melnikov Dmitry Grigorievich, Postgraduate student, department of Statistics and Cybernetics, Institute of Economics and Management in Agribusiness, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, melnikovd2510@gmail.com

Fomina Tatiana Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract: *The global agribusiness sector stands at a pivotal juncture, facing the dual imperatives of ensuring food security for a growing population and adapting to the escalating impacts of climate change. Meeting these challenges necessitates unprecedented levels of investment. This article examines the multifaceted drivers underpinning the recent upswing in investment activity within agribusiness, identifies persistent barriers, and explores evolving strategies and emerging opportunities that characterize this critical landscape. Analysis indicates a shift beyond traditional capital sources towards more diverse and technology-focused funding streams, signaling a transformative phase for the industry.*

Key words: *Agribusiness investment, AgriTech, ESG, Sustainable agriculture*

Agribusiness, encompassing the integrated value chain from agricultural input supply and primary production through processing, distribution, and retailing, constitutes a fundamental pillar of the global economy. Its significance extends beyond economic output to encompass food security, employment, and environmental stewardship. Historically, investment in the sector, particularly in primary production and certain upstream segments, often faced perceptions of high risk, long gestation periods, and modest returns compared to other industries. However, converging global megatrends – demographic shifts, resource scarcity, technological disruption, and heightened sustainability imperatives – are fundamentally reshaping the investment calculus. This confluence of factors is catalyzing a discernible acceleration in capital allocation towards agribusiness, driven by both necessity and opportunity [1].

Several powerful forces are converging to propel this investment surge. Demand-side pressures, anchored in global population projections approaching 10 billion by 2050 and rising incomes in developing economies, are driving significant increases in demand for food, feed, and fibre. Critically, this demand involves not only quantitative growth but also a qualitative shift towards higher-value proteins, processed foods, and produce adhering to stringent safety and sustainability standards, necessitating substantial investment in upgrading production and processing infrastructure. Simultaneously, resource scarcity and climate imperatives are exerting profound influence. Depleting arable land, increasing water stress, and the tangible impacts of climate variability on crop yields underscore the urgent need for investment in climate-resilient agriculture [2]. Consequently, capital is increasingly directed towards precision agriculture technologies (sensors, IoT, data analytics), drought-resistant seed varieties, efficient irrigation systems, regenerative agricultural practices, and renewable energy integration within farming operations, with mitigating greenhouse gas emissions across the supply chain emerging as a critical investment driver.

Complementing these pressures, the ongoing technological transformation (AgriTech) represents a primary magnet for capital. Venture capital and private equity flows are surging into AgriTech startups focusing on automation (robotics, drones), artificial intelligence for yield prediction and disease detection, biotechnology for novel foods and sustainable inputs, blockchain for traceability, and innovative farm management software platforms. These technologies promise

enhanced productivity, efficiency, resource optimization, and data-driven decision-making, fundamentally altering operational paradigms. Furthermore, enhancing supply chain resilience and optimization has become a major investment priority. Recent global disruptions starkly exposed vulnerabilities in complex, elongated agricultural supply chains [3]. As a result, investment is increasingly targeted at shortening supply chains (local/regional systems), enhancing logistics and cold chain infrastructure – critical for reducing post-harvest losses – modernizing storage facilities, and developing robust traceability systems to ensure food safety and provenance.

Policy and institutional catalysts also play a crucial role in shaping the investment landscape. Government initiatives, including subsidies for sustainable practices, tax incentives for agri-innovation, public-private partnerships for infrastructure development, and trade policies favouring domestic production, are instrumental in de-risking investments and attracting private capital. Development finance institutions (DFIs) remain pivotal, providing patient capital and technical assistance, particularly in emerging markets. This environment is further energized by shifting investor appetite. Beyond traditional agricultural funds, growing interest emanates from institutional investors (pension funds, sovereign wealth funds), impact investors seeking environmental and social returns alongside financial gains, and corporate venture arms of major food and agribusiness companies. Thematic investing focused on sustainability (ESG - Environmental, Social, Governance) has become a powerful force, directing capital towards companies demonstrating responsible practices [6].

In response to these drivers and evolving market dynamics, investors and companies are adapting their strategies. Recognizing bottlenecks and seeking higher margins, investment focus is expanding strongly into midstream and downstream segments, including processing, value-added product development, logistics, and food technology (FoodTech), encompassing alternative proteins and novel ingredients, which offer greater scalability potential than primary production alone. Blended finance, combining public/development capital with private investment to de-risk projects, especially those with high developmental impact or located in challenging environments, is gaining significant traction as a strategic tool. Concurrently, sustainability-linked financing is entering the mainstream; these financial instruments tie the cost of capital directly to the achievement of pre-defined sustainability performance targets (e.g., reducing water usage, lowering emissions), effectively aligning financial returns with environmental goals. Platform-based models are also attracting investment, improving market access and efficiency for smallholders by digitally connecting farmers directly to markets, input suppliers, financiers, and information services. Finally, consolidation and M&A activity are accelerating as larger players strategically seek scale, technological capabilities, market access, and portfolio diversification to enhance resilience and competitiveness.

Underpinning much of this strategic evolution is the imperative of sustainability. The integration of Environmental, Social, and Governance (ESG) factors has transcended trend status to become a fundamental determinant of investment viability within agribusiness. Investors increasingly recognize that long-term financial performance is intrinsically linked to sustainable resource management, ethical labor practices, and robust governance structures. Consequently, investment analysis now rigorously scrutinizes environmental footprints (water intensity, GHG emissions per unit output, biodiversity impact), social license to operate (community relations, labor standards, land rights adherence), and governance transparency (anti-corruption measures, board independence, supply chain oversight). Failure on key ESG metrics can lead to capital rationing or outright exclusion from investment portfolios, reflecting its centrality to modern investment decision-making.

Conclusion

Investment activity in the agribusiness sector is poised for sustained growth, driven by inexorable demand fundamentals and the critical need for systemic transformation. The future investment landscape will likely be characterized by deepening technology integration, with continued heavy investment in AgriTech and FoodTech driving the "Fourth Industrial Revolution" in agriculture. ESG considerations will move from niche to central in investment due diligence and decision-making processes. Geographic diversification will increase focus on regions with significant yield gap potential and growing consumer markets, such as Sub-Saharan Africa and Southeast Asia, albeit contingent on mitigating associated risks. Significant capital allocation is expected towards sustainable food systems innovation, including the rise of alternative proteins and circular economy models encompassing cellular agriculture, plant-based proteins, and waste valorization [4].

Unlocking the full potential of agribusiness investment requires concerted efforts. Policymakers must foster stable, enabling environments with clear regulations and targeted incentives. Financial institutions need to develop tailored products addressing sector-specific risks and the needs of diverse actors, especially smallholders. The industry itself must embrace transparency, sustainability reporting, and technological adoption. Ultimately, the strategic deployment of capital across the agribusiness value chain is not merely an economic opportunity; it is an essential prerequisite for building resilient, productive, and sustainable food systems capable of nourishing the planet for generations to come.

References

1. Maslova V.V., Zaruk N.F., Avdeev M.V. Methodological approaches to assessing the investment attractiveness of agriculture in Russia and other EAEU member states, *Machinery and equipment for the village*. 2024. No. 11 (329). P. 44-48.
2. Maslova V.V., Zaruk N.F., Avdeev M.V. Assessment of investment risks in agriculture of Russia, *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2023. No. 9. P. 40-47.
3. Zaruk N.F. Labor potential in the system of increasing investment attractiveness of agriculture in Russian regions, *Economy, labor, management in agriculture*. 2023. No. 12 (106). P. 49-57.
4. Vorontsova N.V., Ostapchuk T.V., Sviridova L.A., Snegirev D.V., Fomina T.N., Pleshakova M.E., Lemeshko T.B., Production and international trade in bananas: volumes, subjects, significance in ensuring global food security, *International Journal of Applied Sciences and Technologies Integral*. 2022. No. 5.
5. Fomina T.N. Logistics terms. Brief english-russian dictionary, English explanatory terminological dictionary / (supplemented electronic edition) Moscow, 2022.
6. Tryastin N.A., Fomina T.N. ESG investing in agriculture sector, В сборнике: Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. Сборник статей. Москва, 2024. С. 516-518.

УДК 004.94

MODELING AND YIELD FORECASTING IN GREENHOUSES USING DIGITAL TWINS

Muzalev Konstantin Sergeevich, Postgraduate student, Department of Applied Informatics, Institute of Economics and Management in Agribusiness, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kmuzalev@inbox.ru

Fomina Tatiana Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract: *This article discusses modern approaches to modeling and forecasting crop yields in greenhouse farms based on the concept of digital twins. The architecture of the digital twin, the sensors and data collection methods used, as well as information processing methods and predictive modeling techniques are described. The advantages and limitations of implementing digital twins in the agro-industrial complex are analyzed. The results of literature analysis and directions for further research are presented.*

Keywords: *digital twin, greenhouse, modeling, yield forecasting, agritechnologies, machine learning*

Introduction

Modern agriculture faces the need to increase production efficiency, optimize resource use, and minimize risks associated with climate variability and biotic stresses. One of the most promising areas of digitalization in the agro-industrial complex is the implementation of digital twins—virtual models synchronized with real objects and processes [1]. In greenhouse crop production, digital twins make it possible not only to monitor the state of the microclimate and plants, but also to build yield forecasts, optimize the management of technological processes, and conduct virtual experiments on changing environmental parameters [2].

In recent years, there has been active development of yield modeling methods using big data, machine learning, and artificial intelligence [3]. However, the integration of these methods into a unified digital twin system adapted to the conditions of a specific greenhouse farm remains a relevant scientific and practical challenge. The aim of this work is to analyze existing approaches to building digital twins for greenhouses, describe their architecture and data processing methods, as well as to consider the possibilities and limitations of yield forecasting based on them.

Architecture of a Greenhouse Digital Twin

A greenhouse digital twin is a multi-level integrated system that includes physical sensors, data collection and transmission tools, analytical modules, and user interfaces. At the physical level, continuous monitoring of microclimate parameters (temperature, humidity, illumination, CO₂ concentration), soil conditions (moisture, temperature, pH, electrical conductivity), as well as morphological characteristics of plants using cameras and computer vision systems is carried out [4].

Sensor data is transmitted to a central server or cloud platform via wireless networks (LoRaWAN, ZigBee, Wi-Fi), where it undergoes preliminary processing and is stored in a database. The information-analytical level includes modules for statistical analysis, mathematical and machine modeling, as well as yield forecasting. The user level implements data visualization, report generation, and recommendations for managing technological processes.

Data Collection and Processing Systems

The quality of the digital twin's operation largely depends on the completeness and reliability of the incoming data. For this purpose, comprehensive monitoring systems are deployed in greenhouses, including:

- air temperature and humidity sensors;
- photosensors for measuring illumination;
- CO₂ concentration sensors;

- soil moisture and temperature sensors;
- pH and electrical conductivity sensors;
- cameras for visual monitoring of plant condition.

Data is aggregated over time intervals, cleaned of outliers and anomalies, and synchronized by timestamps. To ensure reliability, backup communication channels and duplicate sensors are used. An important task is the integration of data with external sources, such as weather services and the enterprise's ERP systems [5].

Methods of Analysis and Yield Modeling

Data processing and analysis in the digital twin include several stages:

- Statistical analysis:

Assessment of key microclimate parameters, identification of correlations between environmental conditions and yield, analysis of seasonal and daily fluctuations.

- Machine learning:

Regression models, decision trees, ensemble methods (Random Forest, Gradient Boosting), as well as neural networks are used to identify complex dependencies between environmental parameters, agrotechnical measures, and yield.

- Mechanistic models:

Used to describe physiological processes in plants (photosynthesis, transpiration, biomass growth) and to assess the impact of microclimate changes on crop development.

- Visualization and decision support:

Modeling and forecasting results are displayed as graphs, heat maps, dashboards, which facilitate the operational management of the greenhouse.

Advantages and Limitations of Digital Twins

The implementation of digital twins in greenhouse crop production allows:

- increasing the accuracy of monitoring and yield forecasting;
- automating microclimate and resource management;
- reducing the influence of the human factor;
- conducting virtual experiments and optimizing agritechnologies.

However, there are also limitations associated with the high cost of implementation, the need to adapt models to specific conditions, as well as requirements for data reliability and security. In addition, for the effective operation of the digital twin, regular sensor calibration and model updates based on new data are required.

Conclusion

Digital twins open up new opportunities for increasing the efficiency and sustainability of greenhouse crop production. The integration of modern sensor systems, machine learning methods, and mathematical modeling makes it possible not only to accurately monitor the state of the greenhouse, but also to build reliable yield forecasts, optimize resource management, and minimize risks [7]. Despite existing technical and organizational limitations, the development of digital twins in the agro-industrial complex is a promising direction that requires further research, including in the field of model adaptation to different crops and growing conditions, as well as integration with external information systems.

References

1. Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A.Y.C. Digital twin in industry: State-of-the-art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Vol. 15, No. 4. – P. 2405–2415.
2. Verdouw C.N., Wolfert J., Beulens A.J.M., Rialland A. Virtualization of food supply chains with the internet of things // Journal of Food Engineering. – 2016. – Vol. 176. – P. 128–136.

3. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F.X. Deep learning in agriculture: A survey // Computers and Electronics in Agriculture. – 2018. – Vol. 147. – P. 70–90.

4. Худякова, Е. В. Цифровые технологии в АПК : Учебник для студентов аграрных вузов, обучающихся по аграрным, техническим и экономическим направлениям подготовки / Е. В. Худякова, М. Н. Степанцевич, М. И. Горбачев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 220 с. – ISBN 978-5-6049097-9-9.

5. Бабкина, А. В. Обоснование схемы информационных потоков непрерывного прогнозирования сельскохозяйственного производства в агрохолдинговом формировании / А. В. Бабкина, О. С. Пучкова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 48. – С. 45-48.

6. Фомина Т.Н. Вычислительная техника и компьютерные технологии, Basic English programming and computer science terms and glossary, краткий англо-русский словарь / Москва, 2016.

7. Vodyannikov V.T., Sergeyeva N.V., Fomina T.N. The role of digital advances in agricultural systems, В сборнике: Innovations in Sustainable Agricultural Systems (ISAS 2024) (Lecture Notes in Networks and Systems). Conference proceedings. Cham, Switzerland, 2024. С. 132-139.

УДК 004.896

IMPROVEMENT OF ALGORITHMIC SUPPORT FOR CLASSIFICATION OF OBJECTS IN ENERGY TRANSFER SYSTEMS

Petrov Pavel Andreevich, Postgraduate student, Department of Applied Informatics, Institute of Economics and Management in Agribusiness, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sp15058719@yandex.ru

Fomina Tatiana Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract: This paper explores modern machine learning methods that can address limitations of efficient management in modern energy systems. Authors make a conclusion that proposed solutions improve the reliability and cost-effectiveness of energy systems

Keywords: machine learning methods, economic efficiency, energy systems, current algorithm limitations.

Introduction

Modern energy systems are complex infrastructures that include generators, transformers, power lines, and consumers. Efficient management of such systems requires accurate classification of their components, which enables:

- Optimization of energy distribution
- Timely detection of anomalies and failures
- Improved reliability and cost-effectiveness

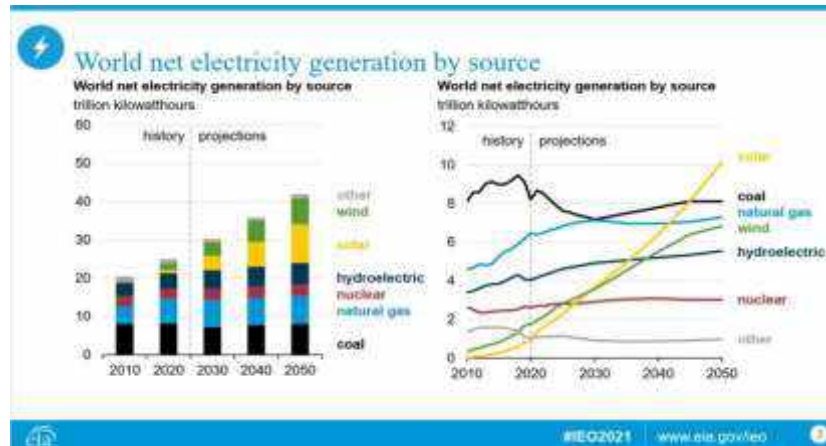
However, traditional classification algorithms face several challenges:

- Low accuracy when processing noisy data
- Long decision-making times
- Inability to adapt to dynamic load changes

This paper explores modern machine learning methods that can address these limitations.

Relevance of the Problem

The growing energy demand and increasing complexity of power systems necessitate new approaches to automated control.



Graph 1. Global Energy Consumption Growth (2020–2030)

Key challenges:

- Integration of renewable energy sources (RES), introducing instability
- Aging infrastructure and increasing failure rates
- Need to minimize transmission losses

Overview of Existing Classification Methods (Tab.1)

1. Statistical Methods

- Linear Discriminant Analysis (LDA)
- Logistic Regression

Advantages:

- Simple implementation
- Low computational cost

Disadvantages:

- Poor accuracy with nonlinear relationships

2. Machine Learning Methods

- Decision Trees
- Support Vector Machines (SVM)
- k-Nearest Neighbors (k-NN)

3. Deep Learning

- Convolutional Neural Networks (CNN)
- Recurrent Neural Networks (RNN)

Table 1.

Comparison of Classification Methods

Method	Accuracy (%)	Training Time	Noise Robustness	Interpretability
Logistic Regression	82	Low	Low	High
Decision Tree	88	Low	Medium	High
SVM	91	Medium	High	Medium

Method	Accuracy (%)	Training Time	Noise Robustness	Interpretability
Random Forest	93	Medium	High	Medium
Neural Network	95	High	Very High	Low

Analysis of Current Algorithm Limitations

1. Overfitting (especially in neural networks)
2. Sensitivity to class imbalance (rare failures are harder to detect)
3. High computational requirements
4. Low interpretability (black-box nature)

Proposed Improvement Methods

1. Ensemble Methods

- Random Forest – combination of multiple decision trees
- Gradient Boosting (XGBoost, LightGBM) – iterative prediction improvement

Advantages:

- High accuracy
- Resistance to overfitting

2. Dimensionality Reduction

- Principal Component Analysis (PCA)
- t-SNE (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding)

3. Hyperparameter Optimization

- Grid Search – exhaustive search
- Bayesian Optimization – intelligent parameter tuning

Practical Implementation and Testing (Tab.2)

The testing dataset included the following parameters:

- Voltage
- Current
- Power factor
- Harmonic distortion levels

Table 2.

Testing Results

Method	F1-score	Prediction Time (ms)	Memory Usage
Random Forest	0.94	15	Medium
XGBoost	0.95	12	Medium
Optimized SVM	0.92	8	Low
Deep Neural Network	0.96	50	High

Conclusion: XGBoost provides the best balance between accuracy and speed.

Integration into Energy Systems

- Compatibility with SCADA systems
- Use in load forecasting systems
- Real-time anomaly detection

Economic Efficiency

Implementation of improved algorithms enables:

- 5–10% reduction in transmission losses
- Fewer false protection triggers
- Lower maintenance costs

Conclusion

Ensemble methods (XGBoost, Random Forest) demonstrated the highest classification efficiency. Hyperparameter optimization and dimensionality reduction enhance accuracy and speed. The proposed solutions improve the reliability and cost-effectiveness of energy systems.

References

1. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. The Elements of Statistical Learning. – 2009.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. – 2016.
3. Zhou, Z.-H. Machine Learning. – 2021.
4. Фомина Т.Н. Вычислительная техника и компьютерные технологии, Basic English programming and computer science terms and glossary, краткий англо-русский словарь / Москва, 2016.
5. Vodyannikov V.T., Sergeyeva N.V., Fomina T.N. The role of digital advances in agricultural systems, В сборнике: Innovations in Sustainable Agricultural Systems (ISAS 2024) (Lecture Notes in Networks and Systems). Conference proceedings. Cham, Switzerland, 2024. С. 132-139.

УДК 37.013.77

THE USE OF DIGITAL TOOLS IN TEACHING ‘PSYCHOLOGY’ TO NON-CORE STUDENTS

Alyabeva Victoria Aleksandrovna, Postgraduate student, Department of Pedagogy and Psychology of Vocational Education, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, korneenko.vika@gmail.com

Fomina Tatiana Nikolayevna, Senior Lecturer, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract: The article presents the research results of various digital teaching methods application in teaching psychological disciplines to non-core students as means to optimize students’ engagement in the study of psychology. Emphasis is placed on understanding engagement as an affective phenomenon characterized by a certain psycho-emotional state and experiences in learning activities.

Keywords: students’ engagement, educational environment, teaching methods, digital tools, Psychology

The term ‘digital tools’ is widely used in the system of analyzing digital transformation of education. Broadly speaking digital tools are defined as digital means that help to solve various didactical tasks [3]. In modern practices of higher education, the use of digital tools is an integral part of teaching natural science and technical courses. The situation is different in teaching humanity subjects. Traditionally, studying philosophy, sociology, psychology, etc., students have to read fairly large texts, at least academic literature. However, the information environment is one of

the factors that, according to V. Radaev, has caused some challenges, that may be interpreted as ‘... the unreadiness of modern students to parse complex academic texts’, the desire ‘... to consume filtered information in small portions..., with a significant share of visual and sound accompaniment’ [4, p. 37]. Focusing on modern students’ needs, it is advisable to conduct research aimed at studying the effectiveness of using digital tools in teaching, especially psychological courses.

The research under discussion is devoted to the problem of what digital tools can be used in teaching psychology to non-core students to ensure engagement in learning activities. The aim is to study the effectiveness of using digital tools as a means of presenting information in teaching Psychology to non-core students.

We assume that the use of digital tools to present information in the format of videos will be more effective than analyzing academic texts, using exercises, creative technologies and game methods. The novelty of our study is to obtain empirical data aimed at testing the effectiveness of using digital tools in teaching psychology to non-core students.

As an indicator of the educational process effectiveness related to the study of psychology by non-core students, we consider an engagement [1; 5]. In the framework of our study, we understand engagement as a positively colored psycho-emotional state of the student and features of experiences in learning activities. The indicators are defined based on the methodologies used to measure engagement: 1) The methodology “Well-being, activity, mood” [2], which is a table that contains 30 pairs of words reflecting the studied features of psychoemotional state (indicators: well-being, activity and mood); 2) The method of diagnosing Study-Related Experiences [6], which contains 12 items describing possible feelings (indicators: effort exerted during the activity, pleasure from the activity, meaningfulness of the activity and experience of emptiness) accompanying this or that activity).

The study involved 3rd year undergraduate students studying in the field of “Technology of production and processing of agricultural products”; the average age of the respondents is 21 years old. The total number of respondents was 100 people.

Statistical processing of the data was carried out using the STATISTICA program package. The Student's T-test was used to test significant differences in the involvement indicators.

The research design implied a comparative analysis of students' engagement rates when studying the topic “Emotional Intelligence” in Psychology course. We conducted four classes in four groups with orientation on the verbal method of teaching considering its "digital" modification in the form of reference to electronic formats of various texts. We then had one more class in each of the 4 groups: in first group – a class with the game “Emotional Intelligence”; in the second group – a class using exercises for the development of emotional intelligence resources; in the third group – a class where students perform and present a collage on a topic related to understanding the components of “emotional intelligence”; in the last one – demonstration of video illustrating various aspects of "Emotional Intelligence".

A comparative analysis of engagement indicators such as “well-being”, “activity” and “mood” before and after each class revealed the following (table 1): statistically significant differences were found for the indicator “mood” – it was higher after the class with a verbal method of teaching; for the indicator "well-being" – this indicator is higher after the collage activity. As for the class with the use of digital tools in the form of watching video: all indicators were statistically significant after the class than before it. The values of Student's T-test are presented as “t” in the table.

Table 1

“Well-being-activity-mood” methodology indicators

Method	Verbal method of teaching			Verbal method of teaching			Verbal method of teaching			Verbal method of teaching		
Indicator	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood
t	1.74	1.71	2.10	-1.23	-0.55	0.54	0.29	0.59	-0.59	0.34	-0.95	0.04
Method	Game			Exercises			Collage			Video		
Indicator	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood
t	1.70	1.67	0.89	-0.75	-0.25	-1.45	3.20	0.75	1.92	4.78	4.25	3.20

A comparative analysis of all the engagement indicators revealed that reliable differences are only for the indicator “Activity” (table 2). This indicator was significantly higher in the class with the use of videos than the verbal-based class. It is important to note that there was an upward trend of the indicators of “well-being”, “mood”, “enjoyment”, “effort” and “meaningfulness” in the case of video-based class.

Table 2

The values of Student's T-test Engagement indicators

	Well-being	Activity	Mood	Well-being	Activity	Mood	Pleasure	Meaningfulness	Effort	Emptiness
Group 1	0.11	0.48	0.23	0.19	0.08	0.12	0.17	0.46	0.26	0.52
Group 2	0.52	0.13	0.34	0.24	0	0.88	0.14	0.26	0.33	0.49
Group 3	0.56	0.47	0.45	0.07	0.41	0.35	0.76	0.3	0.06	0.26
Group 4	0.14	0.32	0.61	1.55	2.4	1.32	1.76	1.79	2.01	0.88

One of the main tasks of a psychology teacher is to create conditions for the development of common-life psychological knowledge in the direction of scientific-type concepts by increasing the level of their reflection [7]. One of the tools that can be used to establish such a dialogue is the demonstration of fragments from films dealing with various aspects of human life and, therefore, being a visual representation of psychological phenomena.

In conclusion we would like to say that the use of digital tools for presenting information in the form of watching video has a significant potential for improving the effectiveness of teaching

psychology to non-core students, if effectiveness is understood as students' engagement in the learning process.

Having the property of engaging in the educational process, films and videos can be used to compare psychological facts and phenomena already familiar to students with a new form of their presentation.

We suppose that the systematization of various methodological solutions focused on the use of videos in teaching psychology to non-core students, as well as the possibility of combining them with other didactic tools, can be considered as a prospective area of research in the field of teaching psychology to non-core students.

References

1. Fredricks, J. A. Student engagement, context, and adjustment: Addressing definitional, measurement, and methodological issues / J. A. Fredricks, M. Filsecker, M. A. Lawson // *Learning and Instruction*. – 2016. – 43. – P. 1-4.
2. Karelin, A. The Great Encyclopedia of Psychological Tests / A. Karelin // M. : Eksmo. – 2007. – 416 p.
3. Noskova, T. N. Didactics of the digital environment / T. N. Noskova. – M. : LitRes, 2020. – 269 p.
4. Radaev, V. Teaching in Crisis / V. Radaev. – M. : HSE University Publishing House, 2022. – 220 p.
5. Shcheglova, I. A. The Role of Engagement in the Development of Critical Thinking in Undergraduates / I. A. Shcheglova, Y. N. Koreshnikova, O. A. Parshina // *Educational Studies* Moscow. – 2019. – №1. – P. 264-289.
6. Study-Related Experiences and Their Association with Psychological Well-Being / D. A. Leontiev, E. N. Osin, C. S. Dosumova [et al.] // *Psychological science and Education*. – 2018. – Vol. 23, no. 6. – P. 55-66.
7. Neiskashova E.V., Fomina T.N. Counterexamples and critical thinking formation, B сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. C. 12232.

УДК 57 : 62

EVALUATION OF BIODIGESTION SYSTEM AND ITS DEVELOPMENT WITH AN INNOVATIVE MOTO-GENERATOR FOR THE LIVESTOCK WASTE RECYCLING

Vivallos Soto Cristian, Postgraduate student, Departments of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, c.vivallossoto@gmail.com

Scientific adviser: Vasenev Ivan Ivanovich, Doctor of Biological sciences, Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vasenev@rgau-msha.ru

Scientific language consultant: Babushkina Larisa Evgenievna, CSc (Pedagogy), Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, l.babushkina@rgau-msha.ru

Abstract. The article is devoted to develop and improve the treatment – recycling of organic waste from animal farms and the production of renewable energy, guaranteeing stable performance for optimal management of animal health, protection of soil, water and air (methane and carbon dioxide gases) and for the production of biogas and especially electricity. This will be accomplished by implementing a biodigester with a non-conventional electrical motor-generator that could utilize

lower volumes of biogas production and that could generate electricity at higher levels (than currently demonstrated) at the moment. The article states that anaerobic biodigestion allows methane-enriched biogas to be obtained, and the moto-generator converts it into electrical energy with high performance and power, and that can feed the electrical appliances of the same biodigester to optimize the function of methanogenic bacterias. This contributes to a closed production cycle. The implementation of the system increases the economic, bioenergetic, sanitary and environmental sustainability of agro-industrial complexes.

Key words: animal waste, biodigestion system, innovative moto-generator, recycling-bioenergy, carbon cycle.

ОЦЕНКА СИСТЕМЫ МЕТАНТЕНКА И ЕЕ РАЗРАБОТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОГО МОТОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Вивайос Сото Кристиан, аспирант кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, c.vivallossoto@gmail.com

Научный руководитель: Васенев Иван Иванович, д.биол.н., профессор, профессор кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, vasenev@rgau-msha.ru

Научный консультант по иностранному языку: Бабушкина Лариса Евгеньевна, к.п.н, доцент, доцент кафедры иностранных и русского языков, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, l.babushkina@rgau-msha.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке и совершенствованию методов переработки органических отходов животноводческих хозяйств и производства возобновляемой энергии, гарантирующих стабильную производительность для оптимального управления здоровьем животных, защиты почвы, воды и воздуха (метан и углекислый газ) и для производства биогаза и, в частности, электроэнергии. Это будет достигнуто за счет внедрения биореактора с инновационным мотогенератором, который может использовать меньшие объемы производства биогаза и генерировать электроэнергию на более высоких уровнях (чем это демонстрируется в настоящее время). В статье говорится, что анаэробное биоразложение позволяет получать обогащенный метаном биогаз, а мотогенератор преобразует его в электрическую энергию с высокой производительностью и мощностью, которая может питать электроприборы того же биореактора для оптимизации функционирования метаногенных бактерий. Это способствует закрытому производственному циклу. Внедрение этой системы повышает экономическую, биоэнергетическую, санитарную и экологическую устойчивость агропромышленных комплексов.

Ключевые слова: животноводческие отходы, система метантенка, инновационный мотогенератор, переработка-биоэнергия, углеродный цикл.

Introduction

The livestock sector generates large volumes of manure, which, through anaerobic fermentation, releases high emissions of CH₄ and CO₂ gases. The former is 85 times more polluting than the latter, and CH₄ accounts for 30–35% of livestock emissions. Furthermore, the action of nitrifying bacteria releases N₂O, which accounts for 30–50% of agricultural production. Manure causes many problems related to the greenhouse effect and environmental pollution of soil, water,

and air (CH_4 & CO_2 gases), animal health due to pathogenic organisms, and without generating energy; all of which results in financial and legal costs. Currently, many of these wastes do not receive adequate treatment, contaminating the environment, which is a big problem. This issue is evolving in the world and, for the same reason, there are not many effective solutions for this problem, apart from eliminating it or processing it involves high costs [1, 2, 3].

The anaerobic biodigestion plant is responsible for the waste processing, thus providing an effective solution to the main problem of producers regarding waste management and therefore significantly reducing the negative effects that affect their production. This system is developed according to the needs of each individual client and taking into account factors such as geographical location, infrastructure, the amount and type of organic waste, the potential for biogas production and its subsequent use mainly as a source for the innovative engine, physical, chemical and biological analyses, dimensions, designs, controls, etc. [2, 4, 6, 7].

When biogas is produced, with the type of fecal matter of cattle, by processing between 10-45 kg / day (on average), biogas can be obtained between 0.4-1 M^3 / day (on average) and with four heads of cattle it can be obtained. It can supply gas to a house with four people, which can be used for different functions. In relation to electrical energy, with the use of a conventional biogas motor/generator, taking the previous parameters, between 0.3-3 kWh / day (on average) can be generated, and with higher quantities of biogas you can obtain 10 kWh / day (on average), which is necessary for electrical consumption in a home of four people (on average) [4, 5, 6, 7]. The results of this study are presented in the table 1 and shown in figure 1.

Table 1

Organic wastes and recycling with biodigestion systems [1,2,3,5,6,7]

Organic wastes	Parameter	Unit	Level
	Cows	Nº	1
	Manure/animal	Kg/day	10-45
	Production cow	Kg	400 - 500
	CH_4 released	%	60
	CO_2 released	%	40
	CH_4 & CO_2 released	m^3/day	0.4 - 1
Biodigestion system	CH_4 production	%	60 - 70
	CO_2 production	%	30 - 40
	Electrical efficiency	%	11 - 45

The research aim is to evaluate the biodigestion system developed with an innovative moto-generator to determine the feasibility of generating electricity through the engine running on biogas, and to reuse part of this energy to optimize the process of methanogenesis, producing more renewable energy.

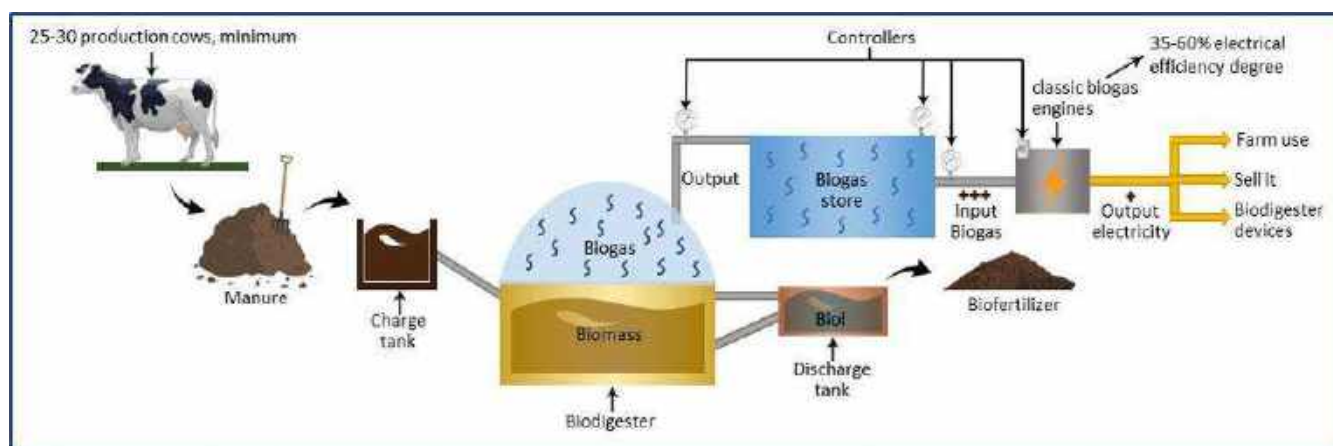


Fig. 1 Classic Biodigestion (metantenk) systems [4,5,6,7]:

25-30 cows → 10-45 kg manure → 10 kWh/day/electricity → for 1 apartment with 4 people
 Classic biogas engines → 35-60% electrical efficiency degree

Materials and Methods

The technologies and processes are the manure recycling and bioenergy generation through the biodigestion system developed with an innovative motor-generator (IMG), which could take advantage of lower biogas production and generate greater amounts of electricity compared to other similar methods.

Through the metantenk system with the IMG, the biogas produced during the recycling of animal feces can help to:

- generate a high level of electricity taking advantage of low levels of biogas through the use of the motor-generator;
- use a part of this electrical energy in the metantenke to make the methanogenic process more efficient and thus optimally maintain the carbon and nitrogen cycle, protecting the atmosphere from CH₄, CO₂ and N₂O gases, soils, water, reusing methane as electrical energy and circulating it back into the system;
- protect animal health at high levels from organic waste containing pathogenic microorganisms;
- generate greater profits and savings in the implementation of metantenks with the IMG.

Research tasks and results in the scale models

Implementation and function of the project for the research in a production poultry farm both from the Timiryazev Academy, and using manure from a Sergei Pozad one as well:

1. Prefeasibility and feasibility studies of the biodigester with the innovative motor-generator (IMG);
2. Feasibility study (Fig. 2) of the biodigester with the IMG, Model N° 1;
3. Implementation of a scaled-up biodigester in the Ecology Department for a poultry farm (without the IMG);
4. Function and monitoring of a scaled-up biodigester, with control devices and laboratory analysis (without the IMG);
5. Testing and creation of the IMG, Model N° 1 (Fig. 2);
6. Implementation, conversion, and function of the IMG into the biodigester (with the aid of a classic biogas combustion engine, ICE);
7. System monitoring, testing and verification, with control devices and laboratory analysis (without power to the system);
8. Feasibility study (Fig. 3) for the use of the IMG and energy to the biodigester;

9. Implementation, adaptation, and operation of the IMG and energy in the system;
10. System monitoring, with control devices and laboratory analysis (with energy from the biodigester);
11. Feasibility study (Fig. 3) of the IMG, model N° 2, with biogas (without the aid of a biogas ICE);
12. Implementation, development, and operation of the IMG in the biodigester (without the aid of the biogas ICE);
13. Monitoring of the previous system, with control devices and laboratory analysis (without energy from the biodigester);
14. Implementation, adaptation, and operation of the previous IMG and energy in the biodigester;
15. Monitoring of the previous system, with control devices and laboratory analysis;
16. Maintenance, normative, and economic evaluation of the entire system.

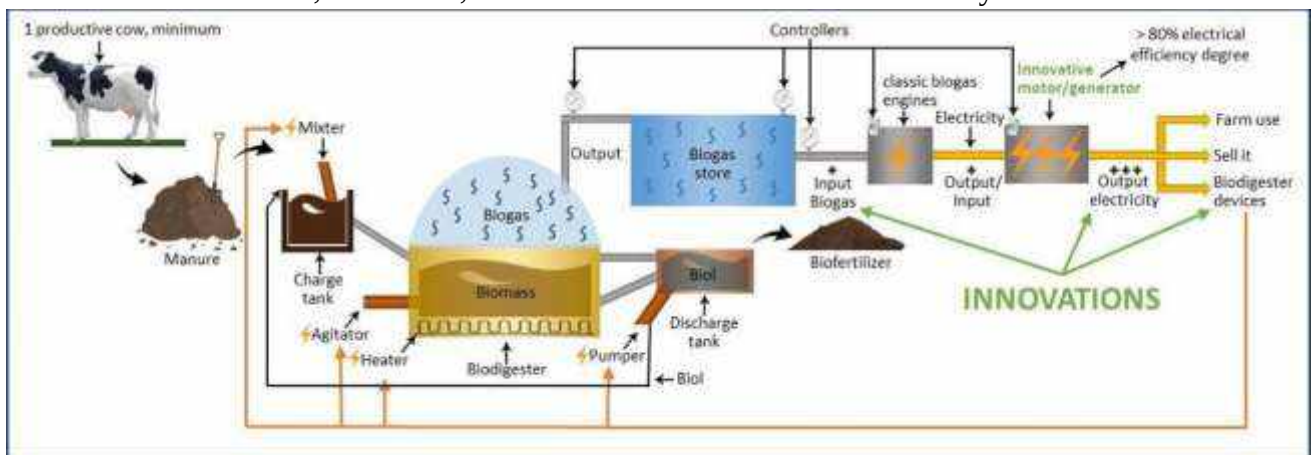


Fig. 2 Biodigestion system with the innovative moto-generator, model N° 1:

1 cow → 10-45 kg/manure → >10 kWh/day/electricity → for several apartments with 4 people
 Innovative motor-generator → >80% electrical efficiency degree

Table 2 shows the specific results from the scale models:

- agroecological evaluation of the processes and results of organic waste and livestock by-product recycling in biodigesters without and with the traditional biogas engine (ICE);
- comparative evaluation of the agroecological efficiency of using recycled livestock by-products with the use of the biodigester with the IMG.

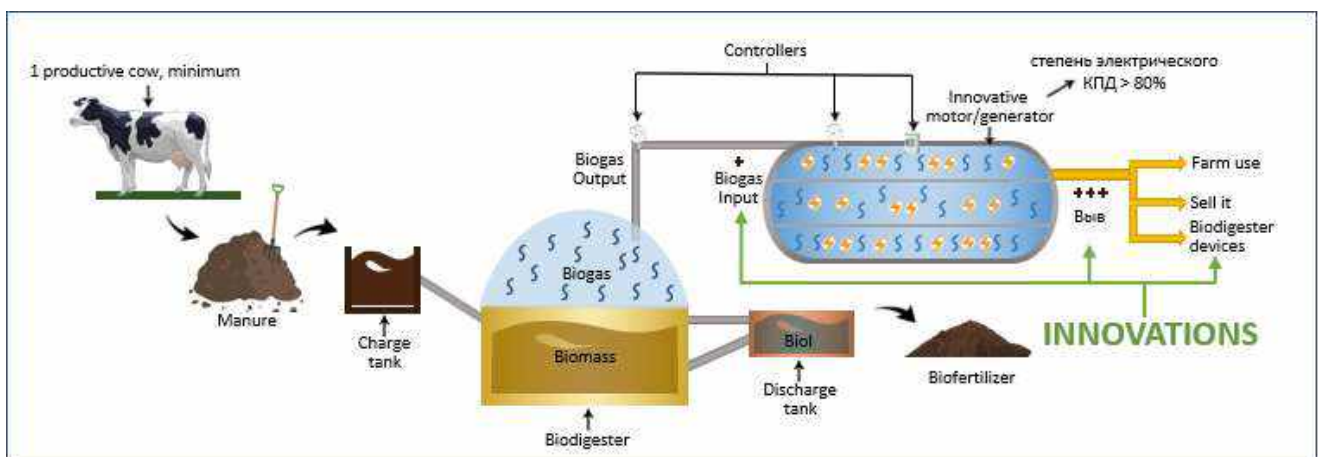


Fig. 3 Biodigestion system with the innovative moto-generator, model N° 2:

For the two previous points shown in Fig. 2 and Fig. 3, the evaluation with waste recycling from poultry, pigs, fattening cows, dairy cows:

1. Maintenance of internal temperature and type of methanogenic bacteria;
2. Gaseous fraction: biogas production – CH₄, CO₂, N₂O;
3. Liquid fraction: pre and post-treatment biomass (biol);
4. Electrical fraction: electrical-mechanical generation – volts, watts, amperes, EMF, back EMF, rpm, resistance;
5. Operation of the mixer, agitator, heater and recirculating pump: rpm, run time, temperature.

Place of production-experiment:

- Poultry manure from a poultry farm in Sergiev Posad. Institution: SGC Zagorskoe EPH – branch of FNC Vniti RAS.

- Place for experiment and poultry manure, in the production poultry farm of the Timiryazev Academy.

Expectations and discussion of the relevance of the research

It is expected to improve the efficiency of agricultural production by reducing energy costs and improving organic waste management (both through the innovative moto-generator), which will also reduce infectious diseases in animals, reduce manure dumped in land and water, as well as carbon dioxide and methane emissions. It is also a means to comply with the standards that each company takes care of its waste and would reduce gas and electricity costs, obtaining optimal levels of them and higher than normal in electricity, also being able to use the latter on the same farm for other devices. Finally, the aim is to patent and massify the complete system.

Table 2

Results of the feasibility study with the innovative moto-generator (IMG) and with conventional biogas engines (ICE combustion with an electric generator) for two biodigesters on a farm of the Tymiriazhev Academy [4]

ICE “type” for biogas	Model	AQL7B	AQL11B	AQL17B	AQL17B	AQL28B	AQL33B
	Unit						
Average power	kW	6	10	15	15	25	30
Speed	Rpm	3600	1800	3600	1800	1800	1800
Biogas consumption	m ³ /hour	4	6.5	10	10	16	20
Biogas consumption	m ³ /day	96	156	240	240	384	480
IMG	Model	Basic model					
	Unit						
Average power	kW	284 (284000 volt-ampere)					
Speed	Rpm	200					
Biogas consumption	m ³ /hour	0.020					
Biogas consumption	m ³ /day	0.5					

Biodigester	Unit	Biogas production / total / birds
Real model	m ³ /hour	1.44
Real model	m ³ /day	34.56
Scale prototype	m ³ /hour	0.030
Scale prototype	m ³ /day	0.73
On average: with 0.5 m ³ / day / biogas = 10 kWh / day, they would be generated for an apartment with 4 people in Russia, as opposed to the 35.85 m ³ / day / biogas that a conventional biogas engine needs to generate 10 kWh / day.		

Conclusion

The theme of this study is topical. The problems discussed are of primary importance and also an opportunity for this research: animal health, environmental pollution (the greenhouse effect), and non-conventional renewable energy.

Related to the method, there is the lack of knowledge and skepticism among many professionals regarding a method that proposes new operating principles in the biological, chemical, and physical fields. On the other hand, there is a lack of information and suppliers for this system.

There is an increasing interest in this topic and method, although more in research than in market implementation, as it can be a costly and/or somewhat confusing system, as well as competition from other cheaper and/or simpler methods. Also, this field has moved on to something new; there has been progress in this field, with simpler and lower-priced technologies, as well as more efficient, albeit at a higher price. Furthermore, competition is strong in the field of fossil fuels and other renewable energies.

References

1. Costea, G., León Á. The Book of Ecology; ed. Libsa, Spain, 2021, book, 159 p. - ISBN: 978-84-662-3977-6. – URL: https://editorialcontrapunto.com/products/el-libro-de-la-ecologia?_pos=1&_sid=034441a06&_ss=r (accessed on 10.06.2025).
2. Khisameeva, L., Selyugin, A., Abitov, R., Busarev, A., Urmitova N. Treatment of urban sewage sludge, Kazansk Publishing House; Kazan State Architectural and Construction University and Ministry of Education and Science of Russian Federation, Russia, 2016, book, 106 p. - ISBN 978-5-7829-0496-8. – URL: <https://st.kgasu.ru/iblock/efc/obrabotka-osadkov-gorodskikh-stochnykh-vod.pdf> (accessed on 10.06.2025).
3. Lyskova V. K. The study of modern, environmentally sound methods of reducing the carbon footprint at the thermal power plant in Moscow, Russia; Russian State Agrarian University - Timiryazev Agricultural Academy, A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Department of Ecology, Moscow, 2023, thesis 74 p. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/vkr-k10587.pdf/info> (accessed on 10.06.2025).
4. Moncayo, R. Sizing and design of biodigesters and biogas plants: Biodigesters - practical design manual, 2st ed; Aqualimpia Beratende Ingenieure: Hanburg, Germany, 2020, book, 527 p. – URL: <https://www.aqualimpia.com/biodigestores/e-books-manuales/> (accessed on 10.06.2025).
5. Ponce, E. Simple methods for obtaining rural biogas and its conversion into electricity; ed. IDESIA, volume 34, No. 4, Chile, 2016, article, 5 p. – URL: https://www.researchgate.net/publication/315479837_Metodos_sencillos_en_obtencion_de_biogas_rural_y_su_conversion_en_electricidad (accessed on 10.06.2025).

6. Quiroz, H., Elliot, B., Moraga, A., Soto, P. Guide for the Installer of Medium and Large-Scale Biogas Plants; Ministry of Energy of Chile and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit of Germany (MINENERGÍA/GIZ), Chile, 2018, book, 246 p. – URL: <https://4echile.cl/wp-content/uploads/2020/10/Gu%C3%ADa-para-el-instalador.pdf> (accessed on 10.06.2025).

7. Vivallos, C., Ruiz, F., Robles, C., Larionov, M., Ordoñez, P., Cevallos, I. Biodigestion System Made of Polyethylene and Polystyrene Insulator for Dog Farm (on the Example of the Republic of Chile); Peoples' Friendship University of Russia (PFUR), Institute of Ecology, Moscow, and Biopecuaria company, Santiago, Chile, article, Chile and Russia, 2022, article, 16 p. – URL: <https://www.mdpi.com/2075-1729/12/12/2039> (accessed on 10.06.2025).

УДК 631.67:581.1

EFFECT OF GROWTH STIMULANTS ON MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF PAK CHOI (BRASSICA RAPA SUBSP. CHINENSIS) AND KALE (BRASSICA OLERACEA VAR. SABELLICA) IN HYDROPONIC CULTIVATION

Gleb I. Soloviev, Postgraduate student, Department of Arable Farming and Methodology of Experimental Work, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Gleb.solovev.2017@mail.ru

Yuri N. Pleskachyov, Doctor of Agriculture, Professor, Arable Farming and Methodology of Experimental Work, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, pleskachiov@yandex.ru

Aleksei Yu. Alipichev, CSc (Pedagogy), Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, al_new2003@mail.ru

Abstract: The paper examines the relevance of using biological growth stimulants Epin and Isabion to obtain rich high-quality yield in growing kale and pak-choi crops in the protected ground conditions. The obtained results show a significant increase in biomass, accelerated growth rates, and an increased photosynthetic activity.

Keywords: hydroponics, growth stimulants, urbanization, leaf vegetables.

Introduction

The technique of hydroponics is currently actively developing both in Russia and in the world. However, modern technologies, as well as the rapid pace of urbanization pose new challenges to farmers. In conditions of population growth and the need to ensure food security, innovative methods of growing plants without soil are attracting special attention. Hydroponics ensures high yields in confined spaces such as urban greenhouses, vertical farms, and even building roofs. This method reduces dependence on climatic conditions, reduces water consumption compared to traditional agriculture and allows you to control plant nutrition with high accuracy. Hydroponics is becoming especially relevant in megacities, where there is a need for local production of fresh vegetables and herbs. In addition, “the introduction of automated systems and artificial intelligence into hydroponic plants makes this method of cultivation even more efficient and affordable”[3]. Thus, hydroponics is becoming not just an alternative to traditional agriculture, but a key element of the sustainable agriculture of the future, “able to adapt to the challenges of

urbanization and climate change”[1]. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of the use of Epin and Isabion stimulants on the quality and volume of growing green crops in protected soil conditions.

Materials and methods

Crops such as “pak choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) and cale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) are very often grown in hydroponic conditions”[4]. For the experiment, we chose Epin and Isabion as growth stimulants. The experiment course included: drug-free control; the use of Isabion on cale and pak-chei crops; the use of Epin on cale and pak-chei crops. The concentration of the stimulants varied depending on the active substance and was 0.1% for Epin and 0.3% for Isabion. The experiment was repeated three times. The experiment course is presented in Table 1. The study was conducted in a hydroponic system using mineral wool (rock wool, a density of 80 kg/m³, pH 6.5-7.0, pre-washed to a neutral value) as a substrate. Lighting was provided by LED phytolamps with a photoperiod of 16/8 h (day/night) and a photosynthetically active radiation intensity (PAR) of 250-300 mmol·m⁻²·s⁻¹. The temperature range was maintained at 21 ± 2 °C during the day and 16 ± 2 °C at night, with relative humidity of 60-70%. The nutrient solution based on the modified Hoagland formula was supplied by partial flooding with automatic control of pH (5.8–6.2) and electrical conductivity (EC 1.8–2.0 mS/cm). Since the system is a closed cycle, there was no salinization due to the turnover of the nutrient solution. The plants were treated by fine spraying of the leaf surface in the morning, when the lighting intensity was significantly lower than in the daytime.

Table 1

Experiment design

Group	Treatment type	Number of plants	Frequency of treatment	Stimulant concentration
Control	Without treatment	54	-	-
Epin	Spraying	54	2 times (7th and 14th day)	0.1 ml
Isabion	Spraying	54	2 times (7th and 14th day)	0.3 ml

Results of the study

The conducted test made it possible to fully evaluate the effectiveness of growth stimulants on crop yields and physiological parameters. The study revealed statistically significant differences between the experimental groups and the control, which in turn shows the biological activity of the studied stimulants. The use of biological growth stimulants in protected soil conditions in conjunction with a hydroponic cultivation system showed an increase in yields of 10% and 13% relative to the control. In addition to a quantitative increase in the percentage of biomass, plants treated with stimulants developed faster, which in turn can further help reduce the growing cycle by 3-5 days, which in turn can accelerate production turnover, thereby increasing profitability. The increase in plant weight, in turn, had a very positive effect on the profitability of production. The yield data is presented in Table 2. It should be noted that the use of Epin has demonstrated the greatest effectiveness among the studied stimulants and can be further scaled and applied throughout the farm due to “its low cost in terms of applications rates” [2]. The integration of growth stimulants into the technological process can significantly increase yields.

Table 2

Yields of the studied crops

Crop	Treatment option	Productivity g/tray	Growth %

Pak-chey	Control	340	-
	Isabion	374	+10
	Epin	385	+13
Kale	Control	340	-
	Isabion	374	+10
	Epin	385	+13

Conclusion

This study has shown the high efficiency of the use of biological products (growth stimulants) in the hydroponic cultivation system of pak chei and kale in the protected ground conditions. The obtained results show a significant increase in yield relative to the control - by 10% for the variant with the use of Isabion and 13% for the variant with Epin. In addition, plants also demonstrated accelerated growth rates and, most important, increased photosynthetic activity. This, in turn, makes it possible to assume that in the future it will be possible not only to obtain a rich high-quality yield, but also to shorten the growing cycle of crops. Thus, the use of growth stimulants in hydroponic systems is a promising method for improving the efficiency of green production.

References

1. Гапоненко Н. И., Юрченко И. В. Особенности выращивания овощных культур на гидропонике // Защищенный грунт. — 2018. — № 1. — С. 23.
2. Казаков Ю. А., Коновалова Е. В. Применение биопрепаратов в закрытом грунте при выращивании листовых овощных культур // АгроХимия. — 2021. — № 5. — С. 48–52.
3. Карасёва Л. И., Синявская В. В. Гидропоника как ресурсосберегающая технология в тепличном овощеводстве // Инновационная наука. — 2020. — № 6. — С. 53–56.
4. Кривошеева А. Н., Лебедев А. Г. Влияние природных стимуляторов роста на продуктивность салата в условиях гидропонной системы // Овощеводство и бахчеводство. — 2020. — № 63. — С. 101–107.

УДК 378.1

CHARACTERISTICS OF COMPETENCY-BASED MODELS FOR PREPARING TEACHERS TO WORK IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION

Ymanskaya Polina Andreevna, Assistant, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, p.umanskaya@yandex.ru

Abstract: Digital transformation of education determines that educators acquire relevant competencies. The article provides a comparative analysis of the Russian model of teacher training and UNESCO's international framework for digital competencies. It concludes that the national model needs to be updated according to global trends and the increasing role of digital technologies in educational practice.

Key words: competence-based model, digital transformation of education, teacher professional training

According to the annual UNESCO Global Education Monitoring Report, digital tools have significantly transformed education over the past decades [UNESCO, 2023]. Recent data indicates that the Russian online education market alone reached 120 billion rubles in 2023 [SberUniversity, 2023]. Such large-scale and rapid changes affect not only the requirements for students but also shape expectations for teachers, who must now possess new competencies to navigate and operate within the evolving educational environment. Transferring familiar formats, methods, and technologies, that are effective in offline settings, proves to be an inefficient strategy when working with the younger generation of digital natives.

The digitalization of education involves the integration of online learning platforms, the use of artificial intelligence tools, and the application of virtual and augmented reality technologies. EdTech tools hold significant potential for enhancing the overall effectiveness of the educational process. While these technologies cannot yet fully replace the role of teachers and educators, they serve as powerful instruments that improve access to education for all population groups. Moreover, the increased level of interactivity and personalization contributes to student motivation and enables the implementation of new teaching and assessment methods.

In this context, competency-based models for teacher training must also reflect these changes and the evolving educational landscape, and should be revised in accordance with the new demands placed on educators.

According to I.A. Zimnyaya, competence is the actual manifestation of a competency, comprising both the pragmatic and humanistic components of education, which include motivation, value orientations, and the personal characteristics of the learner [Zimnyaya, 2004].

In the European digital competence framework for educators (DigCompEdu), digital competencies are defined as the ability to perform a range of tasks related to the use of information and communication technologies. This includes creating and delivering content using digital tools, searching for and processing information, interpersonal communication, and more [Punie, Redecker, 2017].

The competency-based model of professional training is interpreted as a comprehensive system for organizing the preparation of specialists, aimed at the development and enhancement of core competencies necessary for successful professional activity in a given field.

The article presents a comparative analysis of the Russian competency-based model of teacher professional training, represented by the Federal State Educational Standard of Higher Education for the field of study 44.03.01 "Pedagogical Education", and the UNESCO model of digital competencies. Although these competency models demonstrate different approaches to teachers' digital competencies, the comparative analysis will give an opportunity to assess the extent to which digital competencies are integrated into general pedagogical competencies, as well as the level of specificity in the requirements for teachers' digital competencies.

The Federal State Educational Standard of higher education for the field of study 44.03.01 "Pedagogical Education" demonstrates basic pedagogical competencies that integrate digital tools and methods. Digital competencies here include basic ICT proficiency, the use of digital educational tools for various purposes, and work with distance learning technologies.

The UNESCO model consists of six modules that reveal the mechanisms for integrating digital technologies into various aspects of pedagogical activity, such as understanding the role and impact of digital technologies on education, developing curricula and assessment mechanisms, transforming teaching practices and approaches, mastering ICT tools and technologies, managing the digital educational environment—which includes coordinating the activities of educators—as

well as the professional development of teachers through continuous learning using digital tools. [UNESCO ICT, 2020]

The competency-based model developed by UNESCO is applicable to all levels of education and is universal for various categories of people in the field of education. This model highlights specific competencies necessary for the effective and successful work of educators in the context of the digital transformation of education. These include functional ICT literacy, the use of digital tools in teaching practice, the creation and management of digital content, safety in the digital environment, communication and collaboration in digital settings, and the development of students' digital culture along with the formation of relevant skills such as digital ethics, critical thinking, media literacy, and others. [UNESCO ICT, 2020]

Let us move on to comparing two competency models based on a number of key competencies in the context of the digital transformation of education (table 1).

Table 1

Comparison of two competency-based models in terms of key digital teaching competencies

Competence	Federal State Educational Standard of Higher Education 44.03.01 "Pedagogical Education"	ICT-CFT UNESCO
Basics of digital literacy	Integration of ICT into professional practice.	Basic ICT skills, data handling, and working with digital resources.
Use of ICT in education	Development of educational programs using ICT; integration of ICT into professional practice.	Integration of technology into the educational process.
Digital content development	Design of educational programs incorporating ICT, without an emphasis on digital content	Creation of interactive materials and educational digital resources.
Digital pedagogy	This competence is not included.	Pedagogical approach integrating digital technologies.
Assessment using digital tools	Monitoring and assessment of learning outcomes, without detailed emphasis on the use of digital tools.	Application of digital tools for learning assessment and progress tracking.
Personalization of learning through digital technologies	The Federal State Educational Standard lacks a clear requirement for personalization through ICT.	Personalization of learning based on students' individual needs.
Ethics and safety in the digital	Creating safe conditions for	Cybersecurity, digital ethics,

environment	educational activities, including the digital environment.	and data protection.
Collaboration and online networking	Interaction with participants in the educational process, but without an emphasis on digital platforms.	Collaboration between educators, students, and educational institutions through digital technologies.

Based on the data obtained, it can be concluded that the Federal State Educational Standard demonstrates a more formalized approach, as it clearly outlines a list of competencies that can be considered universal for all pedagogical fields. In contrast, the UNESCO competency model is oriented toward more flexible frameworks focused exclusively on the development of digital competencies.

It should be noted that the reviewed educational standard lacks a distinct competency related to the development of digital educational content, which is regarded as a key competency for modern educators according to the UNESCO model and other international teacher competency frameworks. Furthermore, a characteristic feature of the Russian standard is the insufficient elaboration of mechanisms for digital assessment and personalization, as well as adaptive learning through digital technologies.

Thus, it can be concluded that the Russian competency model for teacher professional training does not fully or systematically take digital competencies into account. In particular, to enhance the training level of future specialists, it seems appropriate to adapt best international practices and improve existing models in line with modern requirements of contemporary pedagogy. It is worth noting that technological advancement has led to the integration of more advanced technologies, such as artificial intelligence and many others, whose inclusion in education also requires regulation and the formation of specific competencies among educators.

Currently, many international organizations, such as UNESCO, the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), and the European Commission, are developing teacher competency models with a primary focus on the use of artificial intelligence tools in educational practice. In this regard, it is necessary to update and expand the existing Russian competency models for teacher professional training.

References

1. СберУниверситет, Дайджест EduTech Тренды + технологии + стартапы, Q4, 2023. - 27 с.
2. Punie Y., Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. – Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2017.
3. Terminology of European education and training policy / European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP). – Luxembourg: Publications office of the European Union, 2014. – 338 p.
4. UNESCO ICT competency framework for teachers. 2020. URL: <https://en.unesco.org/themes/ict-education/competency-framework-teachers-oer>
5. UNESCO. 2023. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education – A tool on whose terms? Paris, UNESCO URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
6. <https://fgos.ru/fgos/fgos-44-03-01-pedagogicheskoe-obrazovanie-121>

WRITTEN COMMUNICATION IN CYBERSPACE: CHALLENGES AND TARGET SKILLS

Alena Shapiolkina, *Postgraduate student of the Department of Linguodidactics and Methodology of Teaching Foreign Languages, Minsk State Linguistic University (Belarus), drulena@gmail.com*

Abstract: *This paper examines the unique peculiarities and challenges of written communication in cyberspace. The author proposes a framework encompassing essential perceptual, interactive, and communicative skills for linguistics students to effectively master digital communication in foreign languages.*

Keywords: *written communication; cyberspace; English; virtual interlocutors; aspects of communication; writing skills; students.*

The contemporary digital environment has transformed communication into a complex hybrid phenomenon. Current data indicates that the number of Internet users reached 68.7% of the global population in the first half of 2025, while social media users account for 64.7% [1]. Written communication in cyberspace serves not only casual exchanges but also workplace correspondence and academic collaboration among students. This evolution in communication forms necessitates a redefinition of the skills required for effective interaction in cyberspace and foreign languages within professional and educational contexts according to the peculiarities of such interaction. Moreover, cyberspace constitutes a unique sociocultural environment in which distinct forms of speech interactions emerge, reflecting both global digital trends and specific national communicative cultures. This digital landscape requires comprehensive analyses from linguistic, sociolinguistic, cultural, and psychological angles.

We identify three groups of constitutive peculiarities that distinguish written communication in cyberspace from traditional written communication. The initial group correlates with **the perceptual aspect** of written communication in cyberspace. The first peculiarity of this group is *multidimensional polyphony*. It is characterised by the simultaneous integration of text, images, hyperlinks, and emojis in a single message by virtual interlocutors. Slack threads, where writers combine code snippets, GIFs, and threaded replies, are examples. Multidimensional polyphony complicates the perception of written communication in cyberspace, allowing virtual interlocutors to mix digital registers. This highlights the importance of developing students' skills to distinguish between professional, academic, and casual codes. It may be achieved, for example, through the genre analysis of GitHub in contrast to ResearchGate posts.

Another constitutive peculiarity of the perceptual aspect of written communication is *mediated perception*. It manifests in the shortage of physical cues and the use of diverse Internet platforms and interfaces [2, p. 338] (e.g. X threads and academic forum posts) due to the geographical dispersion of interlocutors. Therefore, it is imperative for writers to cultivate skills that facilitate the avoidance of cognitive overload, adjust the level of formality in their tone, and tailor messages to diverse digital environments. Mastery of these skills is crucial for achieving effective written communication.

Temporal dissonance is the last peculiarity in our analysis of the perceptual aspect of written communication in cyberspace. It is defined as asynchronous exchanges which create communication gaps [2, p. 349]. Such desynchronisation may pose challenges for interlocutors not only from different time zones in international project teams but also from the same time zone with

diverse digital behaviour patterns. The division in time with the virtual interlocutor may cause communication flops and anxiety. Hence, the demand for developing skills to adapt to various digital behaviour patterns is significant for communicative success in cyberspace.

Another group of fundamental peculiarities that pose challenges for interlocutors within cyberspace pertains to **the interactive aspect** of written communication in this environment. One of the peculiarities in this group is the *fragmentary construction of identity*. Virtual interlocutors often possess insufficient information about one another (e.g. comparing LinkedIn profiles and X personas), thereby leading to the risks of stereotyping and, at times, cognitive dissonance in their interactions. This phenomenon can be observed in written communication across various Internet platforms. Unless self-presentation is curated through an avatar, profile name, and bios, deanonymisation will not occur. Consequently, well-chosen writing styles used in opening messages foster a more constructive tone in digital written communication. Therefore, it is essential to assess how the diverse writing styles of virtual interlocutors affect specific perceptions, such as credibility and engagement. Inconsistencies between the conveyed messages and the self-presentation displayed in their user profiles may prompt virtual interlocutors to perceive their identities as fluid and unreliable, ultimately leading to a disposition to disregard their communications.

The dominance of American culture in digital written communication [3] influences self-presentation to be more positive. Virtual interlocutors emphasise successes and bright sides without excessive modesty (e.g. *'So proud of my new project!'*). Memes, irony and self-deprecation serve as a defence mechanism and means to establish contact and reduce tension [4, p. 62–64] (e.g. *'Published my thesis on communication efficiency... now writing 15 emails to explain it.'*). Finally, English-speaking virtual interlocutors maintain a balance between openness and privacy [4, p. 40]. Sharing opinions and experiences is common in cyberspace; however, deeply personal matters are less frequently disclosed, likely due to concerns about privacy, personal security, and the potential for misinterpretation. So, in written communication within cyberspace, the fragmentary construction of identity necessitates that students develop self-presentation skills to be reader-friendly while prioritising their security, thereby fostering more effective and safe interactions in digital environments.

Taking into account the aforementioned peculiarities of cyberspace, it is evident that written communication in this domain may lead to *inherent conflicts*. The risk of misunderstandings among virtual interlocutors is significant due to the absence of physical cues, temporal dissonance, and the involvement of representatives from different cultures. As the data confirms, 43% of remote work conflicts stem from misinterpretations of tone or context through digital communications [5]. Therefore, it is essential to focus on developing students' skills to utilise cyberspace etiquette (netiquette) and to recognise and accept contextual and cultural cues. These skills can be developed by examining cases of both successful and unsuccessful written communication in cyberspace (e.g. the NASA Mars rover's X-account), comparing communication norms across linguistic communities (e.g. researching German directness in contrast to Japanese indirectness in email correspondence), and utilising AI to simulate crisis communication scenarios.

It is crucial to note that written communication in English within cyberspace typically exhibits distinct characteristics of politeness. The incorporation of softening markers such as *'please'*, *'thank you'*, and *'I was wondering if'* is prevalent, even in informal exchanges, and mirrors the English-language cultural emphasis on courteous language [4, p. 13–17]. A notable feature of this communication style is the tendency to utilise indirect speech acts, favouring inquiries and suggestions over direct commands [4, p. 44], (e.g. opting for *'Could you...?'* instead of a blunt *'Do it'*). In line with the Anglo-Saxon tradition of fostering interaction, empathic responses

are frequently employed in digital correspondence [4, p. 59–60]. Supportive feedback phrases such as ‘*I see*’ or ‘*That’s great*’ are commonly used to express understanding and acknowledgement. Overall, these characteristics contribute to the overall tone of cooperation and respect found in English-language cyberspace communication.

Furthermore, written communication in cyberspace is characterised by various cooperative strategies, including small talk, positive reinforcement, and a non-confrontational style typical of British or American interlocutors [4, p. 13–14]. Small talk typically involves discussing neutral topics (such as the weather or hobbies) before addressing the main issues. Positive reinforcement in cyberspace communication emphasises agreement and common ground before expressing disagreement. The non-confrontational style helps to prevent direct conflicts, for example, when interlocutors use humour to alleviate tensions.

Students’ skills to overcome the potential for conflict in written communication within cyberspace should be developed. We suggest netiquette training, which focuses on cultural specifics. Furthermore, role-playing games that simulate various online situations (such as forums, chats, and comment sections) can be integrated into the educational curriculum and comparative analyses of communication strategies utilised across different cultures.

Another notable peculiarity of the interactive aspect of written communication within cyberspace is *multiplexity*. This term refers to the concurrent participation of interlocutors in multiple streams of communication (e.g. managing a Zoom chat while following presentations, responding to messages in private chats, and receiving various notifications). Multiplexity highlights the complexity and demand placed on individuals in contemporary digital communication environments, contributes to a cognitive load, and also entails engaging in polylogues. It necessitates the development of skills that enable students to attract the attention of virtual interlocutors in written form and effectively adhere to communicative roles. To help students navigate the complexities of multiplexity in cyberspace, we can create educational blogs and forums for written speech practice in controlled environments, organise interaction with native speakers through specialised platforms (such as italki.com or NowComment), and perform error analyses on actual student internet messages, followed by corrections.

The last group of peculiarities related to written communication in cyberspace pertains to its **communicative aspect**. The characteristics of cyberspace writing facilitate the emergence of a unique communication style that integrates elements from both oral and written language [6, p. 4–24], resulting in what can be defined as *oral-written speech hybridity*. Within the context of English-language cyberspace communication, this phenomenon exhibits unique traits influenced by both the technical features of the medium and the cultural traditions of native speakers’ communication. One key characteristic to explore is phonetic adaptation. In cyberspace, messages in English provide vivid examples of this adaption through phonetic abbreviations, orthographic variations, and emotional punctuation [6, p. 33–53], illustrating how digital communication reflects informal speech patterns and personal expression. To optimise time spent on message writing and comprehension, virtual interlocutors often employ phonetic abbreviations, evident in examples such as ‘*U*’ for ‘*you*’, ‘*4U*’ for ‘*for you*’, and ‘*GR8*’ for ‘*great*’. Orthographic variations simulate the pronunciation features found in informal spoken language, expressed through intentional spelling distortions that convey colloquial styles (e.g. ‘*gimme*’ for ‘*give me*’, ‘*wanna*’ for ‘*want to*’). Furthermore, emotional punctuation is manifested through multiple punctuation marks (e.g. ‘*!!!*’, ‘*???*’) or their deliberate absence, which carries significant meaning and requires analysis by students.

The lexical composition of English-language written communication in cyberspace also exhibits distinctiveness in the context of oral-written speech hybridity. Lexical composition is

characterised by the extensive use of acronyms and abbreviations, borrowings from various subcultures, and innovative neologisms, reflecting the dynamic nature of digital language evolution and its adaptability to contextual shifts [6, p. 67–72]. Acronyms and abbreviations have become markers of affiliation with internet culture, with common examples including ‘*POV*’ (point of view), ‘*ASAP*’ (as soon as possible), and ‘*IMHO*’ (in my humble opinion). Terms borrowed from other subcultures, including gaming slang, IT terminology, and youth jargon (such as ‘*noob*’, ‘*troll*’, and ‘*spoiler*’), have gained extended meanings online. Additionally, the realm of written communication in cyberspace is marked by the use of creative neologisms, that emerge through compounding (e.g. ‘*hangry*’ from hungry + angry), clipping (e.g. ‘*ad*’ from advertisement), or semantic shifts (e.g. ‘*viral*’ meaning referring to something that spreads rapidly).

Another notable characteristic of oral-written speech hybridity in written communication within cyberspace is the syntax of English-language messages. One prominent feature is the frequent use of simple and incomplete sentences [6, p. 277–284], which indicates a flow reminiscent of conversational speech. This feature may manifest as ellipsis, omission of subjects, or auxiliary verbs (e.g. ‘*Going home now*’, ‘*Seen it yesterday*’). Another noteworthy characteristic includes the use of colloquial constructions, such as question tags (e.g. ‘*isn’t it?*’, ‘*right?*’) and discourse markers (e.g. ‘*well*’, ‘*so*’, ‘*like*’). The phenomenon of hypertextuality is also significant, as it involves the inclusion of links, hashtags, and mentions that enhance the meaning beyond a single message. Finally, virtual interlocutors may employ colloquial syntax in the written form (e.g. ‘*Hey guys, quick Q...*’) to create a sense of closeness with a conversational style.

The aforementioned characteristics of oral-written speech hybridity underscore the necessity of developing students’ skills to formulate messages in a manner that closely resembles spoken language. This approach enhances understanding, reduces the cognitive efforts required by virtual interlocutors, and fosters a connection with them. Various teaching techniques may prove effective: the creation by students of thematic dictionaries of Internet vocabulary and abbreviations, with the addition of usage examples, analysis of case studies of real correspondence, comments, and social media posts to identify patterns; the development of practical exercises that transform formal texts into informal Internet messages and vice versa.

To sound more natural and capture the readers’ attention, virtual interlocutors often integrate verbal and non-verbal sign systems. *Polysemiotic coding* [7, p. 490–502], which constitutes a notable peculiarity of the communicative aspect of written communication in cyberspace, may include emojis, GIFs, images, attached documents, embedded flowcharts (such as those found in technical documents), and the use of bold or italics (as seen in emails to emphasise vocal stress), thereby facilitating richer and more nuanced interactions among users. It necessitates the development of students’ skills to decode polycode messages and maintain a balance between verbal and visual elements in terms of their formality and efficiency.

The final peculiarity of the communicative aspect of written communication in cyberspace is *addressivity ambiguity* [8, p. 2, 4–5]. This phenomenon is characterised by unclear message targeting (e.g. in chats and public forums), where the intended audience is not explicitly defined (e.g. subtweeting: ‘*Some people never learn...*’, vaguebooking: ‘*Why do I even bother?*’, public channels: ‘*This decision makes no sense.*’, meant for a colleague but visible to managers, thereby creating tension). Blurred audience boundaries allow messages to be accessed by both intended and unintended recipients (e.g. public tweets can be viewed by followers and strangers). This phenomenon may also result in context collapse, in which various social groups (such as colleagues, friends, and strangers) coexist within the same digital environment, potentially complicating message framing. Addressivity ambiguity discourages virtual interlocutors from interacting and, as a result, the author of the message might be ignored. In addition, social media algorithms distribute

messages to audiences beyond the originally intended scope, and the messages without explicit addressivity might be understood in a different context.

To help students mitigate miscommunication, reduce engagement risk for virtual interlocutors, and prevent social backlash, it is essential to develop the following skills: to utilise direct messaging for sensitive topics instead of public posts; to employ clear recipient tags (e.g. '@Alex, what do you think?') instead of vague references); to avoid subtweeting and vaguebooking by being explicit or discuss issues privately; to use platform-specific privacy settings (e.g. comparing LinkedIn articles and X threads); and to clarify context and audience expectations in opening lines (e.g. 'To clarify my previous message...', 'For my fellow developers...').

In conclusion, as written communication in cyberspace continues to evolve, foreign language education needs to prioritise the development of metalinguistic awareness and critical digital literacy alongside language proficiency. To meet this growing demand, we recommend focusing on the perceptual, interactive, and communicative aspects of online written communication to enhance students' skills. By studying this dynamic medium, we can cultivate not only digital literacy but also adaptability in our students, equipping them to thrive in the ever-changing landscape of global communication.

References

1. Digital 2025 April Global Statshot Report. – Text : electronic // Kepios : [website]. – 2025. – URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2025-april-global-statshot/> (accessed: 25.05.2025).
2. Herring, S. C. Computer-Mediated Discourse Analysis: An Approach to Researching Online Behavior : chapter in a book / S. C. Herring // Designing for Virtual Communities in the Service of Learning. – New York : Cambridge University Press, 2004. – P. 338–376. – ISBN 978-0-511-80508-0. – Text : direct.
3. The Role of American English in Global Communication. – Text : electronic // Medium : [website]. – 2025. – URL: <https://medium.com/@raj.englishbhashi/the-role-of-american-english-in-global-communication-51c0db81c08/> (accessed: 18.05.2025).
4. Pratama, H. Linguistic Politeness in Online Communication : book / H. Pratama. – Semarang : LPPM Unnes, 2019. – 95 p. – ISBN 978-6237-618-08-9. – Text : direct.
5. Digital tools cause intergenerational conflict at work, research suggests. – Text : electronic // Mark Allen Group : [website]. – 2025. – URL: <https://www.hrmagazine.co.uk/content/news/digital-tools-cause-intergenerational-conflict-at-work-research-suggests/> (accessed: 20.05.2025).
6. Cutler, C. Digital Orality: Vernacular Writing in Online Spaces : book / C. Cutler, M. Ahmar, S. Bahri. (eds.) – Cham : Palgrave Macmillan, 2022. – 302 p. – ISBN 978-3-031-10433-6. – Text : direct.
7. Louhema, K. Translating from monosemiotic to polysemiolic narratives: A study of Finnish speech and gestures / K. Louhema, J. Zlatev, M. Graziano, J. van de Weijer // Sign Systems Studies. – 2019. – № 47. – I.3/4. – P. 480–525. – ISSN 1736-7409. – Text : direct.
8. Millard, M. Analysis of Interaction in an Asynchronous CMC Environment / M. Millard // Proceedings of the Web Science 2010: Extending the Frontiers of Society On-Line. – 2010. – Text: electronic – URL: https://www.academia.edu/2947742/Analysis_of_Interaction_in_an_Asynchronous_CMC_Environment/ (accessed: 22.05.2025).

NEURAL NETWORK FOR DRINKING WATER USE SUPPLIES FORECAST

Shiryaeva Margarita Alexandrovna, Postgraduate student of Hydraulics, Hydrology and Water management Department, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, shiryaeva.ma@fncg.ru

Vasilchenko Tatiana Anatolievna, CSc (Philology), Associate professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.vasilchenko@rgau-msha.ru

Abstract: An algorithm for predicting water quality indicators in watersheds using artificial neural networks is explored. The method is to enhance accuracy and responsiveness of evaluating water resources, which is critical amidst rising anthropogenic pressures and climate change consequences. Modern IT and analytical techniques were utilized: Google Earth Pro, Microsoft Excel, customized Arduino UNO sensors, and Tensorflow Keras 2.2.0. A hybrid neural network architecture, combining Convolutional Neural Network (CNN) and Bidirectional Recurrent Neural Network (BRNN), was developed to address the challenge of incorporating spatial and temporal dependencies in water quality data.

Keywords: hybrid neural network, model, drinking water, CNN, multi-convolutional model, water intake

Safe and clean drinking water is essential for human health and well-being, forming a cornerstone of sustainable ecosystem development. Recent decades have seen heightened urgency concerning water quality issues due to population growth, industrial expansion, and climate change. While traditional methods for water quality assessment often fall short in capturing complex interactions and predicting changes dynamically, neural networks present a promising solution.

Current methods for evaluating water quality face significant challenges. Anthropogenic stressors, coupled with unpredictable environmental changes, complicate accurate and timely forecasting. Mechanical models, although widely used, cannot fully capture the nuanced interplay of factors driving water quality. Consequently, there is a need for more advanced predictive tools [1, 2].

The primary objective of the study was to construct and validate a hybrid neural network model capable of predicting water quality indicators reliably. Existing mechanical models often lack efficiency when dealing with numerous interacting factors and unstable environmental changes. Employing neural networks enables overcoming these limitations, boosting both reliability and forecasting precision.

Time-series data on water quality spanning extended periods were gathered. Specialized hardware and software tools were utilized: Google Earth Pro for spatial analysis; Microsoft Excel for basic data preprocessing; custom-made Arduino UNO sensors with stabilizer units for water flow and temperature recording; Tensorflow Keras 2.2.0 for neural network development and training [3].

A combined architecture merging CNN and BRNN was developed to exploit the synergy between spatial feature extraction and temporal dependency recognition. Outliers and anomalies were eliminated using Isolation Forests, followed by filling missing data with Lagrange Interpolation.

After thorough testing, the hybrid neural network delivered impressive results:

Coefficient of Determination (R^2) for major water quality indicators such as BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand over five days), ammonia, and dissolved oxygen consistently exceeded 0.9996, demonstrating exceptionally high accuracy.

Root Mean Square Error (RMSE) was markedly lower compared to traditional methods, showing a reduction of almost 50%. This highlighted the model's superiority in minimizing discrepancies between predicted and actual values.

Through experiments, the model proved capable of interpolating missing data, thereby completing incomplete records of water quality parameters.

To estimate advantages and drawbacks of the suggested prediction model and other etalon neural networks, such as LSTM and a reverse recurrent one, we compared mean average error (*MAE*), which shows average difference between predicted and actual values; mean average percentage error (*MAPE*); root-mean-square error (*RMSE*), which consider the square of differences; the determination coefficient (R^2) (Table). The ARIMA model was selected as the etalon method. The developed model yielded the highest results in comparison with the etalon ARIMA model and the reverse recurrent neural network model. The multi-convolutional model turned out to be the strongest competitor; its root-mean-square error value was 0.0557 whereas it was 0.0248 lower in the developed model (that is, the average *RMSE* = 0.0309) [4].

Table 1

The determination coefficient and root-mean-square error beamed by using the developed neural network model: comparison with the parameters already established for the Okskii water intake

Quality indicator	Parameters of statistical analysis model	Autoregression – Integrated Moving Average (ARIMA)	Neural network		
			Reverse recurrent neural network	Multi-convolutional LSTM	Developed neural network (convolutional + bidirectional recurrent)
BOD, mgO ₂ /l	R^2	0.9408	0.9920	0.9996	0.9996
	<i>RMSE</i>	1.2030	0.5360	0.0566	0.0299
Total nitrogen, mg/l	R^2	0.8760	0.9933	0.9999	0.9996
	<i>RMSE</i>	1.0000	0.5400	0.0542	0.0315
Ammonia	R^2	0.9400	0.9945	0.9999	0.9999
	<i>RMSE</i>	0.9850	0.5466	0.0520	0.0310
O ₂ , mg/l	R^2	0.9308	0.9900	0.9996	0.9999
	<i>RMSE</i>	1.0000	0.5280	0.0600	0.0312

The results obtained by experimental approbation of the developed model clearly demonstrate high stability and generalizing capability of the suggested approach, which is manifested through lower prediction inaccuracy in comparison with the conventional methods. This also offers new prospects for using this concept in prediction of one-dimensional time series of various objects within natural sciences and technical analysis in comparison with such models as Autoregression Integrated Moving Average (ARIMA) or reverse recurrent neural networks. The multi-convolutional model turned out to be the strongest competitor; its root-mean-square error value was 0.0557. At the same time, it was 0.0248 lower in the developed model, which means that the average *RMSE* = 0.0309.

References

1. Usachev V. A. et al. Neural network using to analyze the results of environmental monitoring of water //2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – IEEE, 2019. – P. 1-6.
2. Danilov A., Serdiukova E. Review of Methods for Automatic Plastic Detection in Water Areas Using Satellite Images and Machine Learning //Sensors. – 2024. – T. 24. – №. 16. – P. 5089.

3. Shiryaeva M. A. et al. Algorithm for predicting water quality indicators in water bodies using a neural network //Journal of Risk Analysis. – 2024. – P. 60.

4. Shiryaeva M.A., Pushkareva M. V. Development the hybrid neural network for automated water quality forecasting in watersheds //Endless light in science. – 2025. – №. 28 февраль ХН. – P. 284-286.

УДК 57.084.1, 57.083.3, 571.27

UTILIZING RECOMBINANT PROBIOTIC BACTERIA AS LIVE BIOTHERAPEUTIC VECTORS FOR THE LOCALIZED GASTROINTESTINAL DELIVERY OF IMMUNOMODULATORY AND REGENERATIVE POLYPEPTIDES

Jamgochian H. Hamesd, Postgraduate student, Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, hamesdja22@gmail.com

Abstract. Tissue regeneration can be activated by delivering regulatory molecules to the site of damage that promote this process. A recombinant probiotic strain of *E. coli* has been developed to deliver target protein products to the gastrointestinal tract.

Keywords: β -subunit of cholera toxin; CTB, gastrointestinal tract, Crohn's disease; regeneration; *Escherichia coli*.

The regeneration of tissues compromised by injury or pathological conditions frequently constitutes a protracted process with suboptimal outcomes, a challenge particularly exacerbated in contexts of chronic inflammation such as Crohn's disease. Enhancing the efficacy of tissue repair necessitates targeted delivery of regulatory molecules capable of stimulating regenerative pathways to the site of damage. A promising strategy for achieving localized delivery within the gastrointestinal tract involves the deployment of recombinant probiotic bacterial strains as therapeutic vectors. Such engineered probiotics offer dual benefits: inherent antagonism against pathogenic microorganisms and the capacity to stimulate a beneficial microbiota composition, thereby indirectly fostering regenerative microenvironments. However, conventional platforms for recombinant protein production typically rely on laboratory-adapted prokaryotic strains, which lack the inherent probiotic properties desirable for clinical applications. Consequently, the primary objective of this investigation was to engineer a probiotic *Escherichia coli* strain capable of inducible expression of a target therapeutic molecule both *in vitro* and within the intestinal lumen *in vivo*.

The study employed the probiotic strain *E. coli* M17, selected due to its established efficacy in suppressing pathogenic microflora. The model therapeutic protein chosen for expression in this host was the β -subunit of cholera toxin (CTB), encoded by the *ctxB* gene. This selection was strategically motivated by compelling evidence underscoring the immunotherapeutic potential of CTB. Specifically, CTB has demonstrated efficacy in mitigating inflammation associated with Crohn's disease [1], modulating cytokine profiles by reducing pro-inflammatory interleukin (IL)-12 and IL-6 levels while concurrently elevating anti-inflammatory IL-10 levels [2].

To enable efficient secretion, the *ctxB* gene was genetically fused to a sequence encoding the secretion signal peptide derived from the *E. coli* outer membrane protein A (OmpA). This fusion construct was subsequently cloned into the pET22b expression vector. A critical modification was

made to the vector's regulatory element: the bacteriophage T7 promoter, which requires the cognate T7 RNA polymerase (typically provided by the host strain DE3), was replaced with the T5 promoter. The T5 promoter offers the significant advantage of being functional with the host's endogenous RNA polymerase, eliminating the dependency on viral polymerase expression. This engineering step resulted in the construction of the recombinant plasmid designated pET22b-T5-OmpA-CTB.

This plasmid was then transformed into the *E. coli* M17 strain, generating the recombinant probiotic strain *E. coli* M17-CTB. While isopropyl β -D-1-thiogalactopyranoside (IPTG) serves as the conventional inducer for *in vitro* expression systems, its suitability for *in vivo* applications is limited. Therefore, lactose was employed as the inducing agent, capitalizing on its physiological relevance and safety profile. Notably, induction with lactose *in vitro* yielded CTB levels comparable to those achieved with IPTG, reaching approximately 50 mg per liter of bacterial culture.

Subsequent research focused on verifying functional CTB expression within the mammalian intestine. The underlying premise was that successful production of CTB by the recombinant *E. coli* M17-CTB strain resident in the gut should elicit a detectable mucosal immune response against CTB. This immune response was therefore utilized as an indirect biomarker for *in vivo* expression. To assess this, BALB/c mice received two intragastric administrations, spaced six weeks apart, of 10^8 colony-forming units (CFU) of the *E. coli* M17-CTB strain suspended in a pH 7.0 buffer solution. Control groups consisted of mice administered either 10^8 CFU of the parental *E. coli* M17 strain (lacking the *ctxB* construct) or the buffer solution alone. Two weeks following the final administration, samples of blood and intestinal lavage fluid were collected. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) analysis of these samples confirmed the presence of anti-CTB immunoglobulins specifically in mice receiving the *E. coli* M17-CTB strain. This seroconversion provides definitive evidence that the recombinant strain successfully synthesized and presented CTB within the intestinal lumen, triggering a specific adaptive immune response [3,4].

In conclusion, this study successfully demonstrates, using CTB as a model antigen, the feasibility of achieving inducible expression of regulatory proteins by an engineered probiotic *E. coli* strain, both under controlled laboratory conditions (*in vitro*) and within the complex physiological environment of the animal intestine (*in vivo*). The engineered *E. coli* M17-CTB strain represents a significant advancement and holds considerable promise for future investigations into novel therapeutic strategies for inflammatory bowel disorders, such as Crohn's disease, and potentially for applications related to intestinal transplantation.

References.

1. Denes B., Fodor I., Langridge W.H. Persistent suppression of type 1 diabetes by a multicomponent vaccine containing a cholera toxin B subunit-autoantigen fusion protein and complete Freund's adjuvant // Clin Dev Immunol. 2013. ID 578786. doi: 10.1155/2013/578786.
2. Boirivant M., Fuss I.J., Ferroni L., et al. Oral administration of recombinant cholera toxin subunit B inhibits IL-12-mediated murine experimental (trinitrobenzene sulfonic acid) colitis // J Immunol. 2001. Vol. 166, N 5. P. 3522–3532. doi: 10.4049/jimmunol.166.5.3522.
- 3- Jamgochian, H. Immunogenicity of Recombinant CtxB Protein Upon Subcutaneous and Oral Administration / H. Jamgochian, M.S. Kotlyarova, M.S. Shumkov, A. V. Goncharenko // News of the Ufa Scientific Center. - 2025. - No. 1. - P. 75-79.
- 4- Jamgochian, H. Creation of a heterologous expression system and optimization of the method for producing the β -subunit of cholera toxin in *E. coli* cells / H. Jamgochian, M.V.

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В АПК»

УДК 336.7

ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ВОЛАТИЛЬНОСТИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Ларионов Александр Витальевич, кандидат экономических наук, кандидат наук о государственном и муниципальном управлении, доцент, старший научный сотрудник, Лаборатория прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, e-mail: larionov.av.hse@yandex.ru

Аннотация. Организация оперативного мониторинга состояния агропромышленного комплекса требует развития операционного взаимодействия Банка России, АО «НСПК» и Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. АО «НСПК» и Банк России, анализируя данные о движении денежных потоков между юридическими лицами в рамках СБП могут выявлять нестандартные практики в движении денежных потоков. Выявление подобных практик возможно с применением системы показателей, для которых должны быть установлены критические значения. Одним из таких показателей, в частности, является показатель Херста. В ситуации достижения критических значений Банк России может централизованно передавать информацию в Министерство сельского хозяйства Российской Федерации для использования оперативных инструментов управления, в частности корректировки параметров льготного инструмента кредитования. Последнее особенно значимо с позиции обеспечения финансовой стабильности субъектов агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: оперативный мониторинг, волатильность денежных потоков, Банк России, АО «НСПК», система быстрых платежей

Представленное исследование раскрывает подходы к использованию данных системы быстрых платежей (СБП) для организации оперативного мониторинга состояния агропромышленного комплекса. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» для достижения национальной цели «Устойчивая и динамичная экономика» необходимо «увеличение к 2030 году объема производства продукции агропромышленного комплекса не менее чем на 25 процентов по сравнению с уровнем 2021 года». Достижение данного целевого значения возможно только при условии оперативного мониторинга состояния субъектов агропромышленного комплекса. Последнее особенно актуально с учетом увеличения количества ситуаций «глубокой неопределенности», снижающей возможности профильных органов власти по своевременному применению инструментов государственного управления [1]. Наиболее значимыми последствиями кризисов выступают перебои в поставках продовольственных товаров, резкое увеличение цен на отдельные продукты питания.

Противодействие возникшим кризисам является более сложной задачей, чем их предупреждение с учетом оценки экономических ущербов. Соответственно, необходимо совершенствовать механизмы раннего выявления кризисных явлений в рассматриваемой сфере. Для этого, в частности, возможно использовать данные волатильности денежных

потоков в рамках СБП Банка России. Указанный сервис является компонентой Платежной системы Банка России и обеспечивает возможность быстрых переводов между физическими и юридическими лицами. Переводы в рамках СБП совершаются на базе инфраструктур Банка России и АО «НСПК», которое на начальной стадии осуществляет проверку совершаемого платежа. Соответственно, АО «НСПК» и Банк России могут осуществлять оперативный анализ денежных переводов по различным параметрам волатильности, включая время совершения платежа, территорию платежа, размер платежа, тип получателя/отправителя и т.д. В случае идентификации нестандартного уровня волатильности денежных потоков АО «НСПК» может передавать данную информацию в Банк России, в то время как Банк России может, в дальнейшем, передавать ее в Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. С учетом масштабного развития процессов цифровизации, подобное взаимодействие целесообразно осуществлять с минимальным временным лагом.

Необходимо учитывать, что специфика волатильности денежных потоков различается в зависимости от категории субъектов, совершающих платеж. Для измерения уровня волатильности денежных потоков необходимо использовать показатели, позволяющие привести информацию о денежных потоках к единой размерности. Одним из таких показателей является показатель Херста, оцениваемый с помощью фрактального анализа. В рамках настоящего исследования показатель Херста был оценен для денежных потоков «Рыболовство и рыбоводство», «Производство напитков», «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», «Производство пищевых продуктов», «Лесоводство и лесозаготовки». Оценка была проведена за период с 18 мая 2020 г. по 2 февраля 2024 г (рисунок 1). В качестве данных была использована статистика Банка России, публикуемая в приложении к отчету «Мониторинг отраслевых финансовых потоков».

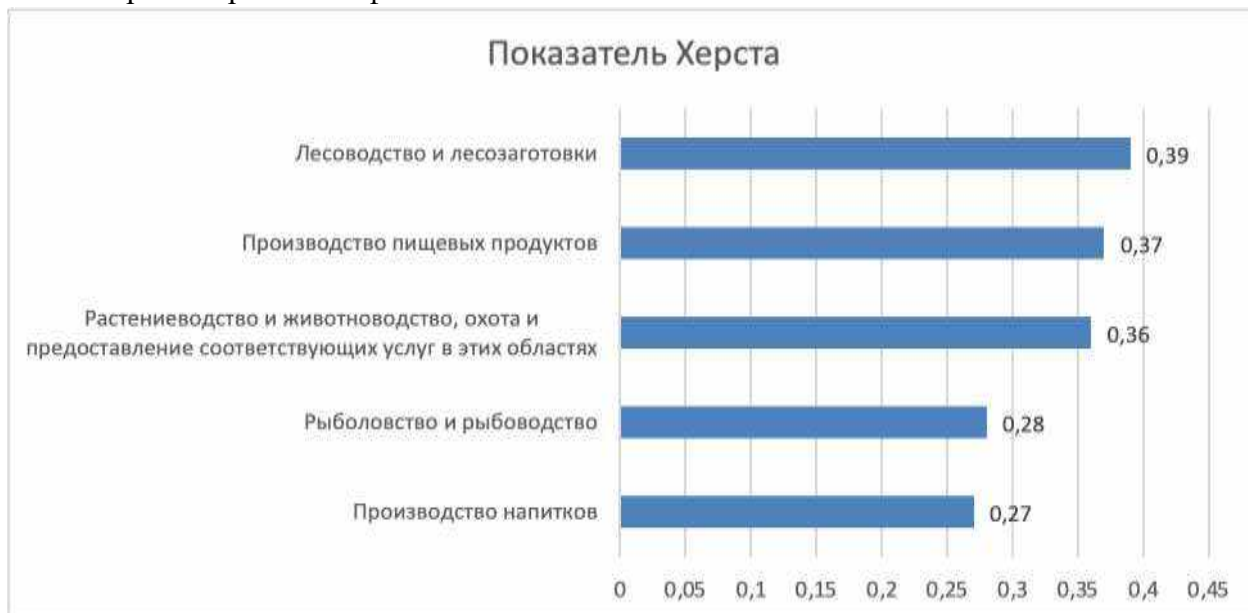


Рис. 1 Значения показателя Херста для различных секторов агропромышленного комплекса

Источник: построен автором исследования

В результате полученной оценки было установлено, что отклонения от денежных потоков по рассматриваемым отраслям являются антиперсистентными процессами [2]. Последнее означает, что данные процессы характеризуются высокой степенью

изменчивости, что объясняется спецификой данных. Наибольший уровень изменчивости демонстрирует денежный поток по отрасли «Производство напитков», наименьший – «Лесоводство и лесозаготовки». Соответственно, при мониторинге ситуации в агропромышленном комплексе представляется целесообразным анализировать изменения антиперсистентности рассматриваемых денежных потоков. Данные в СБП доступны в режиме реального времени. Как следствие, Банк России и АО «НСПК» могут посчитать показатель Херста для рассматриваемых денежных потоков, как минимум, на ежедневных данных в режиме 24/7. Показатель Херста целесообразно посчитать для данных за периоды кризиса и финансовой стабильности экономики. Среднее значение показателя Херста на данных в период кризиса, возможно рассматривать в качестве критических. Приближение значений показателя Херста к критическому уровню позволит на ранней стадии выявить рост вероятности возникновения кризиса.

Впоследствии, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации должно применять оперативные инструменты управления, позволяющие снизить негативные последствия от возникшего кризиса. В качестве оперативного инструмента управления возможно рассматривать льготное кредитование [3]. В рамках данного механизма предполагается предоставление краткосрочного и инвестиционного кредита по льготной процентной ставке. В момент возникновения кризиса возможно корректировать величину лимитов, определенных для данного инструмента кредитования. Последнее особенно актуально для компенсации возможной нехватки ликвидности у субъектов агропромышленного комплекса.

Библиографический список

19. Ларионов, А. В. Обеспечение финансовой стабильности экономики на основе регулирования волатильности денежных потоков / А. В. Ларионов. – Москва : Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2024. – 200 с. – ISBN 978-5-907823-53-2. – EDN LKBYXE;
20. Половников, Д. С. Показатель Хёрста в техническом анализе фондовых рынков / Д. С. Половников, И. Ю. Колпаков // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 49-9. – С. 5-11. – DOI 10.18411/lj-04-2019-170. – EDN OAFIEG;
21. Щагин, А. А. Льготное кредитование предприятий агропромышленного комплекса / А. А. Щагин, Л. Е. Зернова // Modern Science. – 2020. – № 5-1. – С. 170-175. – EDN TYSWNF.

УДК 338.431.2

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА АПК РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Тихомиров Алексей Иванович, к.э.н., доцент кафедры управления ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, tikhomirov991@gmail.com

Аннотация. В статье проанализированы нормативно-правовые аспекты и проблемы реализации государственной агропродовольственной и научно-технической политики в парадигме поставленной руководством страны задачи обеспечения технологического и продовольственного суверенитета АПК.

Ключевые слова: аграрное предпринимательство, технологический суверенитет, агропромышленный комплекс, инновации, продовольственная безопасность, конкурентоспособность

Введение. В настоящее время особую актуальность в публикациях и выступлениях на тематических конференциях среди представителей научного и отраслевого бизнес-сообщества приобрела проблема технологического обеспечения и повышения устойчивости развития АПК России в условиях усиления внешнего санкционного давления и международных геополитических вызовов.

Руководством страны поставлены задачи по снижению производственной зависимости отрасли от импортных поставок и создание отечественной устойчивой материально-технической базы для наращивания производства товарной продукции для замещения продуктов питания иностранного происхождения на внутреннем рынке и увеличения экспортных поставок.

В этой связи, перед органами управления АПК встает задача совершенствования действующей государственной агропродовольственной политики и ее ориентация на реализацию принципов технологического суверенитета, и разработки программ развития, направленных на использование отечественных материально-технических ресурсов.

Материал и методы исследования. В ходе исследования использовались общие и специальные методы исследования, такие как монографический, расчетно-конструктивный, метод аналогии и др.

Информационно-аналитическую базу исследования официальные данные и аналитические материалы органов исполнительной и законодательной власти, отраслевых объединений и средств массовой информации.

Теоретико-методологическую основу составили собственные исследования по данной проблеме и работы ведущих российских и зарубежных ученых в области научно-технологического развития АПК, технико-технологической модернизации и устойчивого развития аграрного сектора экономики.

Результаты и их обсуждение. Формирование устойчивого внутреннего агропродовольственного рынка и повышение физической и экономической доступности продуктов питания для населения требует разработки и реализации принципиально иных подходов к совершенствованию механизмов государственной поддержки и регулирования АПК, основанных на создании собственной ресурсной и материально-технической базы для наращивания производства сельскохозяйственной продукции, снижения технологической импортозависимости отрасли от зарубежных поставщиков техники, оборудования и расходных материалов [1,2].

Кроме того, поставленные перед аграрным сектором руководством страны стратегические задачи по развитию внешнеэкономической деятельности и увеличению объемов экспортных поставок продовольствия предъявляют дополнительные требования к формированию устойчивых производственных систем, позволяющих наращивать объем производства конкурентоспособной на мировом рынке продукции в условиях дальнейшего усиления санкционного давления и сокращения поставок импортных технологий и технических средств [3,4].

Рассматривая сущностное содержание и механизм реализации программы импортозамещения в АПК в парадигме государственной агропродовольственной политики, следует обратить внимание на концептуальные основы и теоретико-методологические принципы данной категории.

По нашему мнению, наиболее целесообразным и методически обоснованным является рассмотрение процесса импортозамещения с позиции продуктовой и технологической составляющей, который позволяет произвести комплексную оценку эффективности развития отдельных подотраслей АПК России, включающий в себя анализ глубины переработки, объем полученной добавленной стоимости, качественный состав ресурсов и технологий, задействованных в производственном процессе.

Предложенный подход к изучению данной проблемы позволяет, с одной стороны, произвести оценку рыночной конъюнктуры и установить долю импортной продукции в общих товарных ресурсах внутреннего рынка, а, с другой, определить производственную зависимость АПК от иностранных поставщиков и агрегировать разные группы показателей в единую систему, характеризующую эффективность развития отрасли и государственной поддержки, для последующего совершенствования нормативно-правового регулирования и актуализации механизмов агропродовольственной политики.

Особенностью технологического процесса является вовлечение в производственные цепочки как техники, оборудования, материалов, так и живых организмов, от эффективности взаимодействия которых зависит устойчивость всей производственной системы и конкурентоспособность готовой продукции.

Следовательно, рассмотрение категории импортозамещения с позиций технологической и продуктовой компоненты представляется наиболее целесообразным и достоверным подходом, учитывающим, с одной стороны, производственные особенности и отраслевые факторы воспроизводства, а, с другой стороны, организационно-экономический механизм хозяйствования и условия формирования рыночной конъюнктуры на агропродовольственном рынке.

Данный подход, по нашему мнению, позволяет системно оценить уровень развития отрасли, обосновать меры по совершенствованию механизмов государственной поддержки и регулирования АПК на всех стадиях воспроизводственного процесса и с учетом используемых ресурсов, (особенно поставляемых по импорту), их физическую и экономическую доступность для производителей, и возможность применения отечественных аналогов, что является необходимым этапом реализации программы обеспечения технологического суверенитета АПК.

Кроме того, данный методический подход дает возможность произвести комплексную оценку эффективности оказываемых мер бюджетной поддержки и на ее основе разработать более совершенные механизмы государственной поддержки и регулирования АПК при реализации нового национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности».

В настоящее время в нашей стране реализуется целый ряд нормативно-правовых актов, регулирующих государственную агропродовольственную политику в области научно-технологического развития и модернизации АПК.

При этом особый акцент сделан на приоритетных направлениях, которые критически зависят от импортных поставщиков оборудования, машин и расходных материалов, что в сложившихся геополитических условиях, связанных с усилением санкционного давления и введения ограничений в области торгово-экономического сотрудничества подрывает ресурсное обеспечение продовольственной безопасности страны.

Основным нормативно-правовым документом, регулирующим данное направление, является «Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» (ФНТП). Она направлена на обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной за счёт применения семян новых

отечественных сортов и племенной продукции, технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения, пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, современных средств диагностики, методов контроля качества сельскохозяйственной продукции.

Основными приоритетами ФНТП является формирование условий для развития научной, научно-технической деятельности и получение результатов, необходимых для создания технологий, продукции, товаров и оказания услуг, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность АПК России [5].

Реализация данной программы происходит в рамках принятых Указов Президента Российской Федерации и Постановлений Правительства РФ, которые формируют структуру и ландшафт государственной политики, и ключевые направления реформирования данной сферы.

В частности, к ним относятся Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» и др. [6,7,8].

Формирование и эволюция основных положений «Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» происходила в условиях, с одной стороны, постоянного усиления внешнего санкционного давления в области торгово-экономического и научно-технического сотрудничества с рядом стран западного мира, а, с другой стороны, роста собственного производства и потребности АПК России в технике, оборудовании и расходных материалов для обеспечения ведения расширенного воспроизводства.

В этой связи, в ответ на запросы со стороны отечественного агробизнеса государство вынуждено было развивать данный документ и дополнять его новыми мерами и подпрограммами, направленными на повышение устойчивости отдельных подотраслей отечественного аграрного сектора экономики и их ресурсного обеспечения для наращивания объемов производства и товарного предложения на внутреннем рынке в рамках стратегии импортозамещения.

В настоящее время ФНТП включает в себя ряд подпрограмм:

- Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации;
- Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации;
- Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров;
- Развитие кормов и кормовых добавок для животных;
- Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород;
- Развитие селекции и семеноводства масличных культур;
- Развитие виноградарства, включая питомниководство;
- Развитие питомниководства и садоводства;
- Развитие селекции и семеноводства технических культур;
- Развитие селекции и семеноводства зерновых культур;
- Развитие селекции и семеноводства овощных культур;
- Развитие селекции и семеноводства кукурузы;
- Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород.

Основанная на отраслевом подходе государственная программа ориентирована на интенсификацию развития и расширенном воспроизводстве отдельных подотраслей, имеющих свои специфические технологические и народно-хозяйственные особенности производства.

Таким образом, достижение поставленной задачи повышения уровня технологического и продовольственного суверенитета АПК требует учета и глубокой проработки технико-технологических и организационно-экономических факторов интенсификации.

Библиографический список

1. Тихомиров А.И. Проблемы технологического импортозамещения животноводства России: теоретико-методологические и практические аспекты реализации//Вестник аграрной науки. 2021. № 6. С. 139-146.

2. Тихомиров А.И., Фомин А.А. Технологическая импортозависимость АПК России: современные вызовы и возможности//Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. №1. (391). С.16-19.

3. Петриков А.В. Антисанкционная политика в сельском хозяйстве: краткосрочные и среднесрочные аспекты// Научные труды Вольного экономического общества. 2024. Т.248. № 4. С. 527-542.

4. Ушачев И.Г., Колесников А.В. научные подходы к оценке обеспечения продовольственной безопасности и продовольственной независимости Российской Федерации// АПК: экономика, управление. 2022. № 3. С. 3-18.

5. Атлас «Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы». Режим доступа: URL: https://static.specagro.ru/cdn/ff/GJyNX2tNyIt15ts_4OTiD3-giuBtvY8TEgVUuWwfFs0/1675757148/public/2023-02/atlas-bez-riat.pdf

6. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства»

7. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы».

УДК 330.15

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Шевченко Евгений Игоревич, Главный эксперт АО «РАСУ», evgeniyshevch@mail.ru

***Аннотация.** В публикации рассматривается роль вторичной переработки отходов в контексте устойчивого экономического развития сельского хозяйства. Анализируются ключевые направления переработки отходов, их влияние на снижение затрат и создание новых экономических возможностей для развития сельского хозяйства. Обосновывается необходимость внедрения инновационных технологий переработки и стимулирования развития соответствующей инфраструктуры для обеспечения устойчивого развития аграрного сектора.*

Ключевые слова: вторичная переработка, отходы, сельское хозяйство, экономическая эффективность, инновации.

Введение. Проблема утилизации и переработки отходов агропромышленного комплекса является многоаспектной и требует комплексного подхода, учитывающего как экологические, так и экономические аспекты. Необходимость решения данной проблемы обусловлена не только растущими объемами отходов, но и ужесточением экологических требований, а также необходимостью повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Актуальность. Сегодня в России генерируются значительные объемы отходов, которые при ненадлежащем управлении оказывают негативное воздействие на окружающую среду и снижают экономическую эффективность производства. В последние годы все больше внимания уделяется концепции устойчивого развития, подразумевающей сбалансированное экономическое развитие, социальную справедливость и экологическую безопасность. В этом контексте, вторичная переработка отходов отраслей экономики Народного хозяйства России приобретает особую актуальность, представляя собой эффективный инструмент для достижения целей устойчивого развития.

Целью данной статьи является описание основных направлений вторичной переработки сырья и возможностей их применения в сельском хозяйстве.

Объектом исследования выступает сельское хозяйство, **предметом** – процесс его развития.

В статье использованы методы анализа научной литературы, статистических данных и практического опыта внедрения инновационных технологий в переработку отходов в сельском хозяйстве.

Основная часть. В России ежегодно генерируется более 9000 млн.т. отходов, при том, что площадь свалок уже сейчас превышает 4 млн.га и сопоставима с территорией небольшой европейской страны. Большая часть отходов (около 60%)– это отходы 3 и 4 классов: бытовые отходы, строительный мусор, продукты жизнедеятельности, которые в силу отсутствия достаточного количества мощностей складироваться на полигонах, но способны к переработке.

Президент России В.В. Путин в рамках своего послания Совету Федерации определил в качестве одной из задач развития экономики страны к 2030 г. достичь 100% переработки отходов [6]. В отраслевой программе «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022 - 2030 годы» [4] цифра обозначена скромнее: доля утилизированных отходов сельского хозяйства в общем объеме образованных отходов сельского хозяйства должна составить не менее 80%. И та, и другая цифры, несмотря на свою глобальность, являются достижимыми, в случае эффективной организации производственных процессов. В сельском хозяйстве вопрос эффективного управления производственными процессами важен, т.к. от его налаженности зависит общий результат экономической деятельности. Отрасль имеет значительный средний период окупаемости, поэтому один убыточный год может поставить под вопрос реализацию и продолжение всего бизнеса.

Сегодня все большую актуальность приобретает экономика замкнутого цикла, которая предполагает многократное использование ресурсов. Она особенно актуальна для сельского хозяйства, имеющего значительный уровень отходов, которые можно переработать несколько раз.

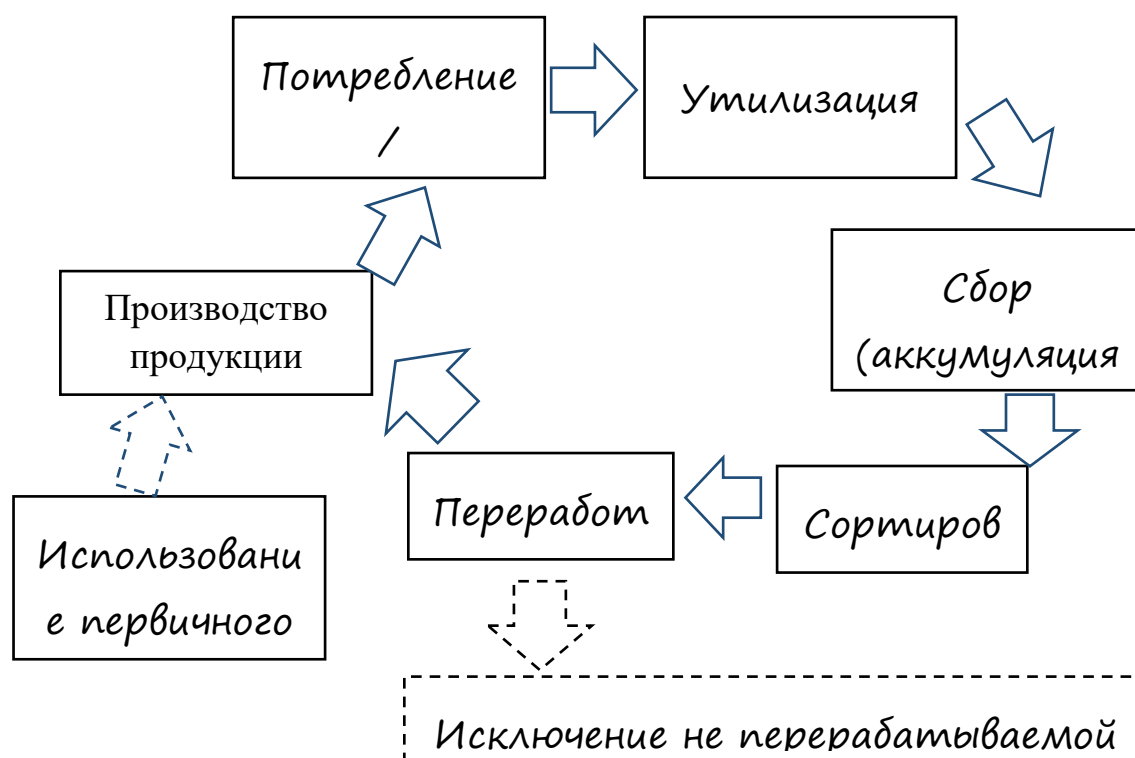


Рисунок 1 – Модель экономики замкнутого цикла на примере переработки (составлено автором по [1;2;3;7, с.78])

Существует несколько ключевых направлений переработки отходов, которые заслуживают особого внимания:

- производство органических удобрений: переработка навоза, помета, растительных остатков и других органических отходов в компост, биогумус и другие виды органических удобрений позволяет не только утилизировать отходы, но и улучшить плодородие почвы, повысить урожайность сельскохозяйственных культур и снизить зависимость от минеральных удобрений.

- производство биогаза: анаэробное сбраживание органических отходов, таких как навоз, растительные остатки и пищевые отходы, позволяет получать биогаз, который может быть использован для производства электроэнергии, тепла или моторного топлива. Это позволяет снизить затраты на энергию, уменьшить выбросы парниковых газов и повысить энергетическую независимость сельских территорий [7, с.82].

- производство кормов для животных: переработка пищевых отходов, отходов переработки зерна и других сельскохозяйственных продуктов в корма для животных позволяет сократить затраты на закупку кормов и уменьшить объемы отходов, направляемых на полигоны.

- производство биодобавок. Переработанные микроорганизмами отходы применяются в животноводстве в качестве витаминизированных добавок.

- использование отходов деревообработки: отходы деревообработки, такие как опилки, щепы и кора, могут быть использованы для производства топливных брикетов, паллет, а также для производства строительных материалов.

Немаловажным направлением при работе в сельском хозяйстве является использование строительных материалов, полученных из переработанного сырья, и являющиеся более дешевыми и экологичными по сравнению с их традиционными

аналогами. Для работы можно использовать щебень, отсев, гиперпресованный кирпич, сухие строительные смеси.

Внедрение технологий вторичной переработки отходов как в сельском хозяйстве, так и в целом, в экономике, позволяет достичь ряд положительных эффектов и преимуществ:

- снижение затрат на ресурсы и энергию: переработка отходов позволяет получать удобрения, корма и энергию, что снижает затраты на закупку этих ресурсов.

- снижение затрат на утилизацию отходов, получение дополнительного дохода от продажи продуктов переработки (удобрения, биогаз, электроэнергия), снижение затрат на закупку удобрений и топлива.

- улучшение плодородия почвы и снижение воздействия на окружающую среду: органические удобрения улучшают структуру почвы, повышают ее влагоемкость и воздухопроницаемость, обогащают почву питательными веществами и микроорганизмами. Это способствует повышению урожайности и снижению потребности в минеральных удобрениях, которые могут загрязнять почву и водные ресурсы.

- создание новых рабочих мест и развитие экономики: развитие перерабатывающих предприятий создает новые рабочие места в сельской местности, способствует развитию малого и среднего бизнеса.

- сокращение объемов отходов, направляемых на полигоны: снижение загрязнения почвы и воды, уменьшение выбросов парниковых газов и экономия земельных ресурсов [5].

По законам РФ [1-3] , вторсырье является стратегическим запасом и не может быть вывезено за границу. Оно должно перерабатываться на месте, или вывозиться в другой регион. Сельское хозяйство это одна из уникальных отраслей, в которой все продукты можно перерабатывать на месте.

Для успешного внедрения технологий вторичной переработки отходов в сельском хозяйстве необходимо:

- развитие нормативно-правовой базы: Установление четких правил и требований к переработке отходов.

- государственная поддержка: предоставление субсидий, льгот, налоговых преференций для предприятий, занимающихся переработкой отходов.

- информирование и обучение: повышение осведомленности фермеров о преимуществах переработки отходов и обучение их современным технологиям.

- инвестиции в инфраструктуру: строительство перерабатывающих предприятий, создание систем сбора и транспортировки отходов.

- расширением международного сотрудничества в области обмена опытом и технологиями.

- внедрение инновационных технологий: разработка и внедрение новых, более эффективных и экологически безопасных технологий переработки отходов. Необходимо создание экономических стимулов для внедрения инноваций в данной области.

Выводы. Вторичная переработка отходов является важным фактором устойчивого экономического развития как всей экономики в целом, так и сельского хозяйства в частности, позволяющим снизить затраты, улучшить плодородие почвы, снизить экологическую нагрузку и создать новые экономические возможности. Для широкого внедрения технологий вторичной переработки необходимо развитие нормативно-правовой базы, государственная поддержка, информирование и обучение фермеров, инвестиции в инфраструктуру и внедрение инновационных технологий. Комплексный подход к решению проблемы утилизации и переработки отходов агропромышленного комплекса позволит обеспечить устойчивое развитие аграрного сектора и улучшить экологическую ситуацию в сельских территориях.

Библиографический список

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [Электронный ресурс]. Pravo.gov.ru – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823 (дата обращения 14.05.2025 г.).
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ [Электронный ресурс]. Pravo.gov.ru – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения 14.05.2025 г.).
3. Постановление Правительства от 13.09.1996 г. РФ № 1098 «О федеральной целевой программе «Отходы» [Электронный ресурс]. Pravo.gov.ru – Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&link_id=16&nd=102043368 (дата обращения 14.05.2025 г.).
4. Отраслевая программа сельского хозяйства "Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022 - 2030 годы" [Электронный ресурс]. Сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/467/117ha3ty960kjavldkgy4v910wwn8l9z.pdf>
5. Баулин Н.К. Переработка отходов сельского хозяйства: проблемы и способы их решения [Электронный ресурс]. cyberleninka.ru – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pererabotka-otходov-selskogo-hozyaystva-problemy-i-sposoby-ih-resheniya>
6. Владимир Путин определил национальные цели развития в экологической сфере [Электронный ресурс]. Сайт Российского экологического общества – Режим доступа: <https://www.ecosociety.ru/news/vladimir-putin-opredelil-natsionalnye-tseli-razvitiya-v-ekologicheskoy-sfere/>
7. Лебедев Л.Л. Управление отходами в сельском хозяйстве: проблемы и решения. – М.: Агробизнес, 2019. – 160 с.

УДК 336.6

МНОГОГРАННОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПОДХОДЫ, ВИДЫ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Амелина Анна Александровна, студент кафедры экономики, управления и аудита Юго-Западный государственный университет, 2001kaktys777@mail.ru

Жахов Николай Владимирович, д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и аудита Юго-Западный государственный университет, zhakhov@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается понятие эффективности деятельности предприятия в условиях рыночной экономики. Эффективность представляется как способность предприятия адаптироваться к требованиям рынка и удовлетворять общественные потребности при максимизации прибыли. В условиях динамичного развития рыночной экономики эффективность деятельности предприятия играет ключевую роль в обеспечении его устойчивости и конкурентоспособности.

Ключевые слова: эффективность, системный подход, выборочный подход, операционная эффективность, экономическая эффективность.

В условиях динамичного развития рыночной экономики вопрос об эффективности деятельности предприятия становится ключевым для его устойчивого функционирования и конкурентоспособности. Эффективность можно понимать как способность предприятия соответствовать требованиям рынка и удовлетворять социальные потребности, одновременно максимизируя прибыль. По мнению И.К. Узбековой и О.В. Киселёвой, возможно выделить несколько подходов к определению понятия «эффективность» (рисунок 1) [1, с. 1265].



Рис. 1 Подходы к определению понятия «эффективность»

Данными исследователями выделяется три подхода к понятию эффективности. Целевой подход основывается на принципе рационального использования ресурсов. Его суть заключается в том, что каждое предприятие направляет свои усилия на преобразование доступных ресурсов в максимально возможные результаты. По мнению И.К. Узбековой и О.В. Киселёвой, целевой подход является характерным для коммерческих организаций, где эффективность определяется соотношением затрат и полученных результатов [1].

Системный подход предполагает необходимость учета качественных характеристик деятельности предприятия. Как отмечают исследователи системный подход заключается в том, что эффект от деятельности должен оцениваться не только с точки зрения экономических показателей, но и через призму общественной значимости полученных результатов. Данный подход наиболее применим в контексте бюджетных и некоммерческих организаций, где результаты деятельности имеют социальную направленность. Выборочный подход ориентируется на достижение конкретных стратегических целей. В рамках этого подхода эффективность оценивается, исходя из заранее установленных показателей, что позволяет адаптировать оценку к спецификации деятельности конкретного предприятия.

Согласно исследованию О.Н. Шевцовой, М.В. Халиной и С.В. Волковой, существует несколько видов эффективности, каждый из которых имеет свои особенности (рисунок 2) [2, с. 28].



Рис. 2. Виды эффективности деятельности предприятия

Как отмечают О.Н. Шевцовой, М.В. Халиной и С.В. Волковой операционная эффективность отражает результаты, достигнутые в процессе основной деятельности предприятия. По их мнению, этот вид эффективности позволяет оценить, насколько эффективно используются ресурсы в рамках текущих операций. Инвестиционная эффективность анализирует результаты вложений в активы и проекты предприятия. Оценка данного вида эффективности направлена на понимание возврата инвестиций и их влияния на общее финансовое состояние предприятия.

Экономическая эффективность характеризуется конечными результатами деятельности, рациональностью использования ресурсов и пропорциональностью затрат и результатов. Низкий уровень экономической эффективности может привести к убыткам и снижению конкурентоспособности компании. В свою очередь экономическая эффективность предприятия характеризуется его конечным результатом, рациональностью использования ресурсов и разумным соотношением затрат. Если же наблюдается иная ситуация, то экономического эффекта нет и компания несет значительные убытки [3, с. 130].

Важно отметить разграничение между понятиями «экономическая эффективность деятельности предприятия» и «эффективность управления предприятием». Экономическая эффективность отражает результаты функционирования управляемой подсистемы, тогда как эффективность управления касается работы управляющей подсистемы. По нашему мнению, данное различие подчеркивает важность как стратегического, так и операционного управления для достижения поставленных целей [4, с. 38].

Таким образом, подводя итог данной статье следует подчеркнуть, что эффективность деятельности предприятия – это комплексное понятие, охватывающее как преобразование ресурсов в результаты, так и механизмы управления данными процессами. Важно учитывать, что для различных типов организаций целесообразно применять различные подходы к оценке эффективности. Например, коммерческие структуры чаще используют целевой подход, в то время как государственные и некоммерческие организации более склонны к системному подходу, учитывающему социальную значимость. Выборочный подход же может быть применен для любой организации, ориентированной на достижение специфических стратегических целей.

Библиографический список

1. Узбекова, И.К. Эффективность производства, понятие, сущность, виды и основные показатели эффективности деятельности предприятия / И.К. Узбекова, О.В. Киселёва // Форум молодых ученых. – 2019. – № 5. – С. 1264-1270.

2. Шевцова, О.Н. Актуальные аспекты экономической эффективности деятельности и эффективности управления предприятием / О.Н. Шевцова, М.В. Халина, С.В. Волкова // Казанская наука. – 2017. – № 3. – С. 26-33.

3. Алексеева, А.И. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / А.И. Алексеева, Ю.В. Васильев. – М.: Кнорус, 2018. – 720 с.

4. Боронин, М. С. Ключевые показатели эффективности деятельности коммерческих предприятий / М. С. Боронин // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2022. – № 5. – С. 37-39.

УДК 330.336

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО ПРОГРЕССА ОБЩЕСТВА

Голубева Н. Е., Нигматзянова Л. Р., Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В статье цифровизация экономики представляется как важным фактором инновационного развития общества. Отмечено, что использование цифровых решений значительно ускоряет процесс создания и внедрения инноваций; цифровизация предоставляет компаниям инструменты для повышения своей конкурентоспособности, автоматизация процессов, использование искусственного интеллекта для оптимизации операций и внедрение новых технологий, позволяют предприятиям снижать затраты и повышать качество продукции. Это создает дополнительные преимущества на рынке и способствует устойчивому развитию бизнеса.

Ключевые слова: цифровизация экономики, цифровые технологии, конкурентоспособность, малый бизнес, большие данные, трансформация экономика.

Трансформация социума под влиянием цифровых инноваций – характерная черта нашего времени. Этот сдвиг радикально преобразует методы работы предприятий и активизирует прогресс в различных областях.

Внедрение прогрессивных технологий в экономическую деятельность является фундаментом цифровой экономики. Это вызывает пересмотр устоявшихся моделей ведения бизнеса и активное применение таких инструментов, как big data, облачные сервисы, машинное обучение и другие. В результате повышается производительность, улучшается клиентский сервис и создаются новые продукты, соответствующие потребностям потребителей.

Использование цифровых решений значительно ускоряет процесс создания и внедрения инноваций. Доступ к большим объемам информации позволяет компаниям оперативно анализировать рыночную ситуацию и лучше понимать нужды потребителей. Это дает возможность быстро адаптироваться к меняющимся требованиям рынка и предлагать актуальные решения. В частности, анализ данных помогает выявить латентные потребности клиентов, стимулируя создание новых продуктов.

Цифровые технологии создают условия для появления совершенно новых форматов бизнеса, ранее казавшихся нереальными. Например, модели подписки и коллективного финансирования получили широкое распространение благодаря онлайн-платформам. Они позволяют предприятиям привлекать средства и тестировать свои идеи, уменьшая первоначальные инвестиции. Следовательно, цифровизация способствует развитию стартапов и малого бизнеса, делая рынок более конкурентным.

В условиях глобализации конкуренция становится все более жесткой. Примером успешной цифровой трансформации является компания Amazon, которая внедрила автоматизацию складов и машинное обучение для оптимизации логистики, что позволило ей значительно снизить затраты и предложить более быструю доставку товаров.

Цифровизация предоставляет компаниям инструменты для повышения своей конкурентоспособности. Автоматизация процессов, использование искусственного интеллекта для оптимизации операций и внедрение новых технологий позволяют предприятиям снижать затраты и повышать качество продукции. Это создает дополнительные преимущества на рынке и способствует устойчивому развитию бизнеса.

Несмотря на очевидные преимущества, процесс цифровизации также сталкивается с рядом проблем и вызовов. Одной из основных трудностей является необходимость адаптации кадров к новым условиям работы. Многие специалисты требуют дополнительного обучения для работы с современными технологиями. Кроме того, существует риск увеличения неравенства между регионами и странами: те, кто не успевает за технологическими изменениями, могут оказаться в невыгодном положении.

Еще одной важной проблемой является безопасность данных. С увеличением объемов информации возрастает риск утечек данных и кибератак, таких как ransomware, которые могут парализовать работу целых компаний. Недавние случаи, когда крупные компании стали жертвами утечек персональных данных, подчеркивают серьезность этой угрозы. Поэтому необходимо разрабатывать эффективные меры по защите информации и обеспечению кибербезопасности, включая внедрение строгих протоколов безопасности и регулярное обучение сотрудников правилам кибергигиены.

Цифровизация экономики выступает важным фактором инновационного развития общества. Она открывает новые возможности для создания продуктов и услуг, улучшает бизнес-процессы и способствует повышению конкурентоспособности компаний. Однако для успешной реализации потенциала цифровизации требуется преодолеть существующие вызовы, такие как необходимость обучения кадров и обеспечение безопасности данных.

Таким образом, цифровизация не только трансформирует экономику, но также формирует новое общество с новыми ценностями и подходами к жизни. Для успешного и устойчивого развития в эпоху цифровой экономики необходима проактивная политика, направленная на преодоление цифрового неравенства, защиту данных и поддержку инноваций. Международное сотрудничество и постоянное обучение новым технологиям – ключевые факторы успеха. Важно помнить, что цифровизация – это не только технологический прогресс, но и социальная ответственность.

Библиографический список

1. Иванов И.И., Петров П.П., Сидоров С.С. Цифровая экономика: вызовы и перспективы // Журнал современных исследований.
2. Смирнова А.А., Кузнецов Д.Д., Федорова Е.Е. Инновационные технологии в условиях цифровизации // Экономика: вчера, сегодня, завтра.
3. Ковалев А.А., Лебедев В.В., Григорьев Н.Н. Безопасность данных в эпоху цифровизации // Журнал информационной безопасности.
4. Романов Д.Д., Чернышев И.И. Технологии больших данных и их применение в экономике // Научный журнал "Информационные технологии".
5. Васильева Н.Н., Панкратова О.О. Инновации в условиях цифровой трансформации: мировой опыт и российская практика // Экономические исследования.
6. Громов А.А., Тихонов С.С. Кибербезопасность в эпоху цифровизации: вызовы и решения // Журнал кибернетики и безопасности.

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ
УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ, ПОСВЯЩЁННОЙ 160-ЛЕТИЮ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ
АКАДЕМИИ, Г. МОСКВА, 2–4 ИЮНЯ 2025 Г.**

Сборник статей. Том 1

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор В.В. Малородов

Подписано к изданию 13.09.2025.

Объем данных 55,5 Мб.

Тираж 10 экз.

ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева
127434 Москва, ул. Тимирязевская, 49