



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Научная сессия НИЯУ МИФИ
15-19 мая 2023 г.

Материалы конференции

*МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

**ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»**

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Научная сессия НИЯУ МИФИ
15-19 мая 2023 г.**

Материалы конференции

УДК 621.039
А 437

Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий: научная сессия НИЯУ МИФИ - 2023, 15-19 мая 2023 г.: материалы конференции / Министерство науки и высшего образования РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ); под ред. М.Д. Носкова. – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2023. – 147 с. – Текст (визуальный): электронный

ISBN 978-5-93915-117-7

Сборник включает материалы конференции «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий». Приводятся научные и практические результаты исследований, связанных с проблемами развития атомного энергопромышленного комплекса, включая вопросы совершенствования химической технологии, автоматизации технологических процессов, социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли, применения современных информационных технологий в атомной промышленности.

Для специалистов, работающих в атомной отрасли, а также для студентов старших курсов и аспирантов соответствующих специальностей.

Материалы сборника издаются в авторской редакции. Авторы несут полную ответственность за достоверность информации и возможность её опубликования в открытой печати.

ISBN 978-5-93915-117-7

© Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 2023

Уважаемые участники конференции!

Конференция «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий» организована Северским технологическим институтом – филиалом ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Конференция проходила в рамках Научной сессии НИЯУ МИФИ. История МИФИ началась с 23 ноября 1942 года, когда было подписано Постановление Совнаркома СССР об образовании Московского механического института боеприпасов. Первая реорганизация института прошла 16 января 1945 года, он стал называться Московским механическим институтом (ММИ). Название "Московский инженерно-физический институт (МИФИ)" вуз получил в 1953 году. Новый этап развития университета начался в 2008 году, когда МИФИ стал одним из двух первых национальных исследовательских университетов и был переименован в Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Сегодня университет занимает лидерские позиции в подготовке специалистов высочайшего уровня для атомной отрасли, сочетая инновационные подходы и традиционные принципы, заложенные 80 лет назад.

В сборнике представлены материалы докладов конференции, посвящённые актуальным проблемам развития атомного энергопромышленного комплекса, включая вопросы совершенствования химической технологии, автоматизации технологических процессов, социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли, применения современных информационных технологий в атомной промышленности. Надеемся, что данный сборник будет способствовать профессиональному росту участников конференции, налаживанию делового сотрудничества и развитию творческих связей ученых и специалистов, работающих в атомной промышленности.

Председатель редакционной коллегии,
доктор физико-математических наук,
профессор

М.Д. Носков

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Секция Материалы и технологии атомного энергопромышленного комплекса</i>	16
Анпина А.С., Макаеев Ю.Н. КАТОДНАЯ ЗАЩИТА КОРПУСА УЛР АЭС	17
Болдышев Д.В., Зайцев Д.В., Грачев Е.К. ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ: ОБЗОР ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	18
Болдышев Д.В., Зайцев Д.В., Грачев Е.К. ИССЛЕДОВАНИЕ РАФИНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ ПРОЦЕССОМ ТЕРМООБРАБОТКИ.....	19
Бочанов А.Д., Гузеев В.В. ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФТОРИДА ВОДОРОДОМ В КАВИТАЦИОННОМ РЕАКТОРЕ	20
Буйновский А.П., Жиганов А.Н., Буйновский А.С. СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЦИРКОНОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ПОЛУЧЕНИЕМ ОКСИДА ЦИРКОНА ОЧИЩЕННОГО ОТ ПРИМЕСЕЙ И РАДИОНУКЛИДОВ	21
Варганов Е.И., Жиганов А.Н. ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕЛЬ-СФЕР УРАНИЛ-НИТРАТА И ИХ ТЕРМООБРАБОТКА	22
Веремейчик Е.С., Лебедкина М.Е., Шишкина Н.И., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЗЭ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЕКЦИИ НА ЛАТЕНТНЫЕ СТРУКТУРЫ В СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ.....	23
Грачева Д.К., Грачев Е.К., Муслимова А.В., Шачнева М.И., Кикенина И.К. ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ СПЛАВОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОШКОВ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЗМ.....	24
Грачева Д.К., Грачев Е.К., Карташов Е.Ю., Зайцев Д.В., Болдышев Д.В., Шачнева М.И., Муслимова А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЛАВОВ ДЛЯ ТВЕРДОФАЗНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ.....	25

Гусев Р.Я., Кулагина Д.С., Молоков П.Б. ПЕРЕНОС ГРАДУИРОВОЧНОЙ МОДЕЛИ МЕЖДУ РАЗНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ В СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ.....	26
Епифанов К.Ю., Мокина А.Н., Анкипович Е.И., Ушаков А.О., Ожерельев О.А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ «ЯДЕРНОГО» ЦИРКОНИЯ ИЗ КОНЦЕНТРАТА ТУГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	27
Журков М.Ю., Дацкевич С.Ю., Юдин А.С., Кухта В.Р., Уемура К., Ремнев Г.Е. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	28
Зайцев Д.В., Грачев Е.К., Болдышев Д.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЫ НЕОДИМА В СПЛАВЕ NdFeV ЛАНТАНОМ И ЦЕРИЕМ	29
Зайцев Д.В., Грачев Е.К., Болдышев Д.В., Карташов Е.Ю., Муслимова А.В., Илекис В.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО РАФИНИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ НА ПРОЦЕСС ВОДОРОДНОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИРОВАНИЯ	30
Кикенина И.К., Шачнева М.И., Грачева Д.К., Грачев Е.К., Муслимова А.В., Зайцев Д.В., Болдышев Д.В. ИССЛЕДОВАНИЕ РАФИНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ ПРОЦЕССОМ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ.....	31
Коба Е.В., Ткачук С.А., Макасеев Ю.Н. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА ЖАЛЮЗИЙНОГО АНОДА И ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ШЛИКЕРНОГО ЛИТЬЯ	32
Коба Е.В., Ткачук С.А., Макасеев Ю.Н. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖАЛЮЗИЙНОГО АНОДА СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ФТОРА	33
Кошельская А.С., Гузеев В.В. СИНТЕЗ ПЕРФТОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СОРБИРОВАНИЯ ФТОРИДОВ	34
Кривошеина А.М., Погляд С.С. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ УРАНА	35

- Кузнецов С.Ю., Беляков Д.М., Головков Н.И., Каренгин А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРНЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ УРАНОВОГО ТОЛЕРАНТНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА..... 36
- Кузнецов С.Ю., Иванов К.С., Каренгин А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРНЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПЛУТОНИЙ-ТОРИЕВОГО ТОЛЕРАНТНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА..... 37
- Кулагина Д.С., Гусев Р.Я. Молоков П.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТА ПРИ ЗАНИЖЕННОМ ЗНАЧЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСТИНКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ В РАСТВОРЕ 38
- Лебедкина М.Е., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б., Веремейчик Е.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕДЬ-ЗАМЕЩЕННОГО ГИДРОКСИАПАТИТА 39
- Лукашевич В.Н., Лукашевич О.Д. ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ АТОМНО-ЭНЕРГОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА 40
- Москальонова В.А., Позигун Н.О., Корнилов А.С., Погляд С.С. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВАРИАНТОВ МОДИФИКАЦИИ PUREX-ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ РУМБИР 41
- Нижегородов Д.С., Макаеев Ю.Н. ГАЗОФТОРИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ 42
- Огнева А.А., Долматова Т.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАНА В СВИНЦОВОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ .. 43
- Пак А.Д., Ткачук С.А., Софронов В.Л., Тинин В.В., Карташов Е.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ..... 44
- Пак А.Д., Ткачук С.А., Софронов В.Л., Тинин В.В., Карташов Е.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУХОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ

СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	45
Радько С.В., Агеева Л.Д., Шнайдер Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ИЗОТОПА ^{68}Ga	46
Ренев В.О., Житков С.А., Макасеев Ю.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ АНОДНО-КАТОДНОЙ ПАРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДОРОДА.....	47
Степанов К.И., Макасеев Ю.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОМОЛА КОКСА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖАЛЮЗИЙНОГО АНОДА	48
Тельнова А.А., Болдаков В.А., Погляд С.С. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТА СОВМЕСТНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ИМИТАТОРА ОЯТ С ТРЕХОКИСЬЮ МОЛИБДЕНА	49
Циплакова А.А., Мальцева А.С., Гузеева, Т.И. НАНЕСЕНИЕ СЕРЕБРА НА ПОРИСТЫЕ СТРУКТУРЫ	50
Чуркин А.А., Ткачук С.А., Макасеев Ю.Н., Житков С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОУПЛОТНЕНИЯ ЗАГОТОВОК АНОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ШЛИКЕРНОГО ЛИТЬЯ	51
Шачнева М.И., Грачев Е.К., Болдышев Д.В., Зайцев Д.В., Грачева Д.К., Кикенина И.К. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГИДРИДОВ ОТРАБОТАВШИХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ.....	52
Шачнева М.И., Софронов В.Л., Гайдай И.В., Егорова Д.Е., Пименов С.Г., Томаш А.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ УРАНА.....	53
Шишкина Н.И., Веремейчик Е.С., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б., Лебедкина М.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА Na-КМЦ-ГА ИОНОВ МЕДИ ИЗ РАСТВОРОВ	54

Шнайдер Н.А., Радько С.В., Агеева Л.Д. СИНТЕЗ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ^{18}F	55
Шрайнер А.Э., Шамин В.И. ПОИСК ЭФФЕКТИВНОГО РАЗБАВИТЕЛЯ КРАУН-ЭФИРОВ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЛИТИИЯ-7.....	56
Boldyshev D.V., Zaitsev D.V., Grachev E.K., Kazantseva T.Yu. HYDROGEN EMBRITTLEMENT AS A KEY PROCESS IN MAGNETIC RECYCLING TECHNOLOGY.....	57
Kikenina I.K., Shachneva M.I., Gracheva D.K., Grachev E.K., Muslimova A.V., Zaitsev D.V., Boldyshev D.V. INVESTIGATION OF REFINING THE SURFACE OF MAGNETIC ALLOYS BY CHEMICAL ETCHING PROCESS.....	58
Koshelskaya A.S., Kazantseva T.Yu. XENON. DANGEROUS PRESENCE IN NUCLEAR REACTORS AND PEACEFUL APPLICATIONS IN MEDICINE	59
Kuznetsova A.A. PLASMA-CHEMICAL SYNTHESIS OF TOLERANT URANIUM-THORIUM NUCLEAR FUEL.....	60
Mekhryakov I.K., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu. STUDY OF DEVELOPING AND COMPARING THE REMIX FUEL CHARACTERISTICS.....	61
Potaptsheva A.A., Bogdanova S.A., Kazantseva T.Yu. THE STUDY OF HIGH EFFICIENT LIQUID CHROMATOGRAPHY IN NUCLEAR POWER	62
Shachneva M.I., Molokov P.B., Kazantseva T.Yu. SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NITROGEN TRIFLUORIDE APPLYING IN MICROELECTRONICS.....	63
Shcherbina D.S., Karengin A.G., Kuznetsov S.Yu. MODELING OF THE PROCESS OF PLASMA-CHEMICAL SYNTHESIS OF OXIDE COMPOSITIONS FROM WATER-ORGANIC NITRATE SOLUTIONS FOR TOLERANT REMIX FUEL.....	64
Zaitsev D.V., Grachev E.K., Boldyshev D.V., Kazantseva T.Yu. PHYSICOCHEMICAL FEATURES OF HYDROGEN EMBRITTLEMENT OF RARE-EARTH METALS	65
<i>Секция Оборудование и автоматизация ядерно-химической технологии</i>	<i>66</i>

-
- Адонин Н.Р., Ефремов А.А., Колотихин Е.И., Филипас А.А., Щипков А.А. АНАЛИЗ ДАННЫХ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОГРУЖНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СПВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ.. 67
- Григорьев Д.А., Логинова Е.С. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ 68
- Захарова Е.А., Зарипова Л.Ф. УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРОВОДОРОДА 69
- Зимин А.А., Панфилова М.В. ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩА РАДИОЦИОННО - ОПАСНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ОБНИНСК..... 70
- Ильинский П.Е. О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗАГАЗОВАННОСТИ НА ХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ..... 71
- Катаев М.Ю. , Карташов Е.Ю. ВОЗМОЖНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО КОНТРОЛЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ 72
- Корсак К.С., Панфилова М.В. ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩА РАДИОЦИОННО - ОПАСНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА КИРОВО-ЧЕПЕЦК..... 73
- Кочергин М.И. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕД МОДЕЛИРОВАНИЯ ЯДЕРНО-ХИМИЧЕСКИХ И ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ 74
- Кривошеин Д.В., Логинова Е.С. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ПОЛЯРНОЙ СТАНЦИИ 75
- Максимова Н.К., Малиновская Т.Д., Черников Е.В., Сергейченко Н.В. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СЕНСОРОЫ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И МУЛЬТИСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ИХ ОСНОВЕ 76
- Меренков В.К., Карташов Е.Ю. ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ДЕАЭРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА 77
- Мерзляков К.А., Карташов Е.Ю. СОЗДАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ РАКЕТНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ

МОНИТОРИНГА МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРЕ.....	78
Никитчук Н.В., Щипков А.А. ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ СПЕКАНИЯ ТАБЛЕТОК НИТРИДНОГО УРАН-ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВА	79
Родичев А. Ю., Ганджа Т. В. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ГИДРИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ	80
Рожков Д.А., Карташов Е.Ю. УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТОРИДА УРАНА	81
Рыбалкин А.Э., Зарипова Л.Ф. ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ УРАНА.....	82
Рябов И. А., Иванов К. А., Якубов Я.О. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТЕНДА КУРСА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»	83
Стрельников С.М., Иванов К.А., Бугрина В.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	84
Сусакин В.А., Карташов Е.Ю., Панфилова М.В. РАЗРАБОТКА УПРОЩЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УЗЛОВ РУ БРЕСТ-ОД-300	85
Троценко В.П., Иванов К.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА СМЕСИ.....	86
Ушаков И.А., Демидов В.А., Зукау В.В., Доняева Е.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАДИОХИМИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПА ЛЮТЕЦИЯ-177	87
Шарапова С.И., Зарипова Л.Ф. РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ АФФИНАЖА ПРИРОДНОГО УРАНА	88
Baderko D.O., Kineva T.A. DEVELOPMENT OF ELECTRICITY METERING SYSTEM BASED ON ELECTRIC METER «MERCURY»	89

Eirich K.A., Kazantseva T.Yu. ANALYSIS OF METHODS FOR PRODUCING MNUP TABLETS	90
Syutkin V.V., Kartashov E.Yu., Kazantseva T.Yu. INSTALLATION TO PRODUCE BOTTOM DRAIN ND-FE LIGATURE BY OFF-FURNACE CALCIUM-THERMAL REDUCTION	91
Syutkina N.I., Kartashov E.Yu., Kazantseva T.Yu. INVESTIGATION OF MAGNESIUM CORROSION RESISTANCE IN A MEDIUM-TEMPERATURE ELECTROLYZER.....	92
Zheleznov V.E., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu. INSTALLATION FOR EXTRACTION PROCESSING OF IRRADIATED MIXED NITRIDE URANIUM PLUTONIUM (MNUP) FUEL	93
<i>Секция Моделирование и информатизация технологий и объектов атомной отрасли</i>	<i>94</i>
Адонин Н.Р., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Сербин А.В., Чеглоков А.А., Щипков А.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ СКВАЖИННОМ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ	95
Адонин Н.Р. , Логинова Е.С., Менжуренко А.А., Щипков А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОГРУЖНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА С УЧЕТОМ ТЕПЛОВГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	96
Бибко Д.В., Носков М.Д. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕКЛАМНЫХ КАМПАНИЙ КОНТЕКСТНОЙ РЕКЛАМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ	97
Бибко Д.В., Носков М.Д. ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГЕНТСТВ КОНТЕКСТНОЙ РЕКЛАМЫ.....	98
Бугрина В.С., Иванов К.А., Стрельников С.М. СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ HF ПО ПРОФИЛЮ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРА СТЭ-20 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОПОРИСТЫХ ЖАЛЮЗИЙНЫХ АНОДОВ	99
Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ВСКРЫТИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УРАНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СКВАЖИНАМИ	100

- Жданова О.В. ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ТРЕБОВАНИЙ..... 101
- Иванов К.А., Иваницкий А.И., Захаров З.А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВЕБ-РАЗРАБОТКЕ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ САЙТОВ..... 102
- Лобова А.С., Носков М.Д. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СТУДЕНТА 103
- Мелюшонок Н.С., Березин А.А., Гуцул М.В., Истомина А.Д., Носков М.Д., Сербин А.В., Чеглоков А.А. МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ РАБОТЫ ПОЛЕВОГО ПЕРСОНАЛА ДОБЫЧНОГО ПОЛИГОНА СПВ УРАНА С ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ..... 104
- Нестерова Е.А. РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ Q-КАСКАДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО ^{34}S 105
- Останина И.М., Иванов К.А., Полякова А.С., Плюсков Е.И. РАЗРАБОТКА VR – ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ КУРСА «ДОЗИМЕТРИЯ» 106
- Петров М.В., Орлов А.А. РАСЧЕТ Q-КАСКАДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО ^{28}Si 107
- Савенко А.В., Иванов М.Л., Иванов К.А. СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СТУДЕНТА 108
- Сербин А.В., Гуцул М.В., Истомина А.Д., Носков М.Д., Сакирко Г.К., Чеглоков А.А. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЛАН-ФАКТНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ... 109
- Сербин А.В., Гуцул М.В., Истомина А.Д., Носков М.Д., Сакирко Г.К., Чеглоков А.А. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ДОБЫЧИ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ 110
- Якубов Я.О., Иванов К.А., Рябов И.А. СОЗДАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЕМКОСТИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТЕНДА КУРСА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА..... 111
- Bugrina V.S., Kazantseva T.Yu., Ivanov K.A., Strelnikov S.M. APPLICATION OF THE DIGITAL TWIN CONCEPT AT THE

EXPERIMENTAL UNIT FOR HYDROGENATION OF RARE-EARTH METALS	112
Melyushonok N.S., Berezin A.A., Gutsul M.V., Istomin A.D., Noskov M.D., Serbin A.V., Cheglov A.A. ANDROID APPLICATION FOR FIELD PERSONNEL OF THE WELL IN-SITU LEACHING ENTERPRISE.....	113
Pravosud S.S., Maslakov D.S., Yakubov Ya.O., Shchipkova G.A. VERIFICATION OF THE «ONE FUEL NODE – TWO COOLANT NODES» NUCLEAR REACTOR DYNAMICS MODEL WITH EXPERIMENTAL DATA	114
Savenko A.V., Ivanov M.L., Ivanov K.A., Kazantseva T.Yu. DEVELOPING STUDENT’S DIGITAL TWIN AT THE NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY MEPhI.....	115
Serbin A.V., Gutsul M.V., Istomin A.D., Noskov M.D., Sakirko G.K., Cheglov A.A. INFORMATION SYSTEM FOR PLAN-FACT ANALYSIS OF FINANCIAL AND ECONOMIC INDICATORS OF A GEOTECHNOLOGICAL ENTERPRISE	116
Serbin A.V., Gutsul M.V., Noskov M.D., Sakirko G.K. INFORMATION SYSTEM FOR PRODUCTION INDICATORS DETECTING DEVIATIONS AND PROBLEM MANAGEMENT.....	117
Serbin A.V., Gutsul M.V., Istomin A.D., Noskov M.D., Sakirko G.K., Cheglov A.A. INVENTORY MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM OF A GEOTECHNOLOGICAL ENTERPRISE	118
Serbin A.V., Gutsul M.V., Noskov M.D. REMOTE ACCESS ORGANIZATION TO THE PLAN-FACT SYSTEM OF GEOTECHNOLOGICAL ENTERPRISE	119
<i>Секция Социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли</i>	<i>120</i>
Вотякова И.В., Волчкова И.В. ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ МОНОГОРОДА.....	121
Вотякова И.В., Волчкова И.В. РАЗВИТИЕ НЕСТАНДАРТНОЙ ТРУДОВОЙ ЗАНЯТОСТИ В МОНОГОРОДЕ	122

Вотякова И.В., Катаева Н.В. ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ...	123
Гаман Л.А. РОССИЙСКАЯ ИМПЕРИЯ И РУССКАЯ КУЛЬТУРА В СВЕТЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ И РАЗРЫВОВ: ВЗГЛЯД Г.П. ФЕДОТОВА (1886–1951 гг.).....	124
Зимин А.А., Вотякова И.В. АВАРИЯ НА ФАЭС И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЯПОНИИ.....	125
Искужин Б.Э., Гаман Л.А. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО МАГАТЭ В ОБЛАСТИ МИРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ.....	126
Корсак К.С., Вотякова И.В. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО- И РАДИАЦИОННО - ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ	127
Костерин В.А., Гаман Л.А. СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО КАК КАНАЛ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ.....	128
Кошельская А.С., Ретунская Т.Н. ЧЕЛОВЕКОЦЕНТРИЧНОСТЬ – НОВЫЙ ПОДХОД ТРЕБОВАНИЙ ГК «РОСАТОМ» К ВЫПУСКНИКАМ ВУЗОВ	129
Кульбака И.С, Соловьева Е.С., Филиппова Н. А. ТОСЭР КАК ИНСТРУМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ.....	130
Лукашевич О.Д., Лукашевич В.Н. ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ АТОМНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	131
Луценко А.В. ОБРАЗОВАНИЕ КАК СЕРДЦЕВИНА СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ	132
Огнева А.А., Вотякова И.В. ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	133
Огнева А.А., Ретунская Т.Н. ВЛАДЕНИЕ МНЕМОТЕХНИКОЙ КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ.....	134

Останина И.М., Ретунская Т.Н. АГРЕССИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТУДЕНТОВ КАК СОЦИАЛЬНО – ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН	135
Попова Д.Н. ВЛИЯНИЕ УГРОЗ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ НА ЭКОНОМИКУ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ.....	136
Ретунская Т.Н. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ	137
Сабитов Ш.К. СОЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВОДОРОДНОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	138
Степанов К.И., Филиппова Н.А. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГК «РОСАТОМ»: СОВРЕМЕННЫЙ АСПЕКТ	139
Сусакин В.А., Кравченко Е.В., Огнева А.А., Луценко А.В. ЖИВАЯ ИСТОРИЯ СЕВЕРСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА	140
Теребова А.А., Гаман Л.А. АВАРИЯ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ГЛАЗАМИ СОВРЕМЕННИКОВ: НА ПРИМЕРЕ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ПОВЕСТИ ИНЖЕНЕРА-АТОМЩИКА Г.У. МЕДВЕДЕВА «ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ ТЕТРАДЬ»	141
Шачнева М.И., Вотякова И.В., Якубов Я.О. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	142
Шнайдер Н.А., Ретунская Т.Н. САМОИДЕНТИФИКАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ САМООЦЕНКИ	143
Serbin A.V., Retunskaya T.N. IMPACT OF STUDENT SELF-ESTEEM ON THE EFFICIENCY OF LEARNING AT THE UNIVERSITY	144
Serbin A.V., Gaman L.A. MASCULINITY FORMATION IN THE LIGHT OF THE PROBLEM OF THE CRISIS OF THE FAMILY AS A SOCIAL INSTITUTION.....	145
Serbin A.V., Kirsanova E.S. PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	146

*Секция
Материалы и технологии атомного
энергпромышленного комплекса*

Антина А.С., Макаеев Ю.Н.

КАТОДНАЯ ЗАЩИТА КОРПУСА УЛР АЭС

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: annaanrina10@gmail.com*

В настоящее время нет универсальной методики катодной защиты от коррозии для каждой ситуации, поскольку существует множество различных конструкций днищ, подушек и фундаментов резервуаров, что исключает стандартизацию методов катодной защиты.

Поэтому целью данной работы является разработка методики катодной защиты от коррозии корпуса устройства локализации расплава «УЛР» АЭС.

Внутренняя поверхность корпуса УЛР не подвержена коррозии, так как отсутствует влага и коррозионно-активная среда, тогда как внешняя поверхность требует катодной защиты.

Следует помнить, что при выборе способа внешней катодной защиты существует ряд ограничений. В связи с этим в работе выполнен анализ факторов, ограничивающих эффективность катодной защиты.

В работе рассмотрены две существующие системы катодной защиты: гальваническая и наложенным током.

Преимущества гальванических систем в простоте исполнения, не требуется внешний источник питания, невелики капитальные затраты.

Преимущества современных электрических систем: наличие напряжения 48-96 В, что снимает ограничения по удельному сопротивлению грунта, а высокая выходная мощность по току способна защитить большие конструкции.

По результатам обсуждения многофакторной системы катодной защиты даны методические рекомендации по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию катодной системы защиты корпуса УЛР АЭС.

Болдышев Д.В., Зайцев Д.В., Грачев Е.К.

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ: ОБЗОР ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: danyaboldysev@gmail.com*

В наше время метод порошковой металлургии занимает важное место в производственных процессах получения различных сплавов и изделий из них. Порошковая металлургия дает возможность получения более качественного материала, а также изделия с особыми свойствами [1].

Порошковая металлургия находит своё применение при изготовлении магнитной продукции. Благодаря методу порошковой металлургии появляется возможность смешивания порошков различных шихт и проводить твердофазное легирование с другими сплавами на основе редкоземельных металлов (РЗМ), что сказывается на составе конечного изделия. Процесс порошковой металлургии состоит из нескольких стадий, а именно, получения порошка необходимой лигатуры, прессование полученного порошка и его последующие спекание.

Исследовательской группой СТИ НИЯУ МИФИ были изучены процессы предварительного рафинирования поверхности магнитных сплавов перед водородной обработкой. Так процессы термической обработки, травления и другие, дают возможность получения порошка, для метода порошковой металлургии, с улучшенными свойствами, что в итоге благоприятно влияет на конечные изделия.

Таким образом применяя процессы рафинирования в технологии редкоземельного сырья (Ti, V, Nb, Ta и др.), можно добиться не только изменения процесса водородного диспергирования, но и получить более качественные свойства порошков и конечных изделий.

В докладе авторами будет представлено исследование основных процессов порошковой металлургии редких металлов и технологии по которым производятся редкие металлы в настоящее время. А также будет рассмотрено возможность применения рафинирования редкометального сырья во время процесса порошковой металлургии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Порошковая металлургия титана [Текст] / В. С. Устинов, Ю. Г. Олесов, В. А. Дрозденко, Л. Н. Антипин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Металлургия, 1981. - 247 с. : ил.; 20 см.

Болдышев Д.В., Зайцев Д.В., Грачев Е.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАФИНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ ПРОЦЕССОМ ТЕРМООБРАБОТКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: danyaboldysev@gmail.com*

Одной из основных проблем магнитной промышленности, которая ежегодно набирает обороты, является отсутствие отработанной технологии рециклирования магнитных материалов. Создание отлаженного метода по переработки уменьшит объемы добычи редкоземельных элементов (РЗЭ), что в свою очередь положительно скажется на экономике страны.

Экономически выгодным методом рециклирования редкоземельных металлов (РЗМ) является процесс водородного диспергирования («hydrogen decrepitation»). Этот процесс основан на сорбции водорода на поверхности материала содержащего в своем составе РЗЭ. Важным фактором, влияющим на процесс сорбции водорода, является рафинированность поверхности материала. Чем выше чистота поверхности материала, тем лучше будет проходить сорбция водорода, что в свою очередь имеет прямую зависимость с магнитными свойствами. Таким образом, чем более рафинированная поверхность, тем больше водорода поглотит материал, и тем больше будут магнитные свойства.

Подготовкой к этому процессу является этап термической обработки. Данный этап позволяет повысить физико-химические, а также механические свойства металлических материалов. Термообработка дает возможность удалить излишнюю влагу, содержащуюся внутри материала, перераспределить компоненты, изменить структуру сырья, а также поменять размеры и формы кристаллических зерен.

Научной группой СТИ НИЯУ МИФИ было проведено исследование рафинирования поверхности магнитных сплавов, а именно магнитов из HDD, процессом термической термообработки. Опыты проводились при изменении таких факторов как время, температура, время выдержки, среды охлаждения и нагрева.

Таким образом, в докладе авторами будут приведены данные о влиянии различных факторов на рафинированность поверхности магнитных сплавов процессом термообработки.

Бочанов А.Д., Гузеев В.В.

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФТОРИДА ВОДОРОДОМ В КАВИТАЦИОННОМ РЕАКТОРЕ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: snakusy@gmail.com*

Гексафторид урана (UF_6) играет ключевую роль в ядерном топливном цикле (ЯТЦ) в качестве основного вещества, пригодного для разделения изотопов ^{235}U и ^{238}U как газодиффузионным, так и центрифужным методом, поскольку является единственным соединением урана, переходящим в газообразное состояние при относительно низкой температуре ($56,4\text{ }^{\circ}C$). Обогащенный изотопом ^{235}U гексафторид урана (обогащенный урановый продукт), полученный на заводах по разделению изотопов, в дальнейшем используется в производстве топлива для ядерных реакторов, а обедненный по изотопу ^{235}U отправляется на хранение и дальнейшую переработку.

В настоящее время в России накопились огромные запасы обеднённого гексафторида урана, который только складировается и никак не используется. За весь период промышленного производства атомного оружия и топлива для атомной энергетики (начиная с 1940-х годов) во всем мире накопилось более 1,5 миллиона тонн обедненного урана. Объемы ОГФУ продолжают расти, увеличиваясь ежегодно примерно на 50 тысяч тонн. ОГФУ хранится в герметичных стальных емкостях на открытых площадках заводов по обогащению урана. Срок хранения отдельных емкостей с ОГФУ уже превышает 40 лет. Несмотря на положительный опыт, накопленный в обращении с ОГФУ, его химическая агрессивность делает подобный способ хранения потенциально опасным.

Обесфторивание гексафторида урана позволяет вернуть в производство значительное количество фтора, организовать замкнутый фторный цикл.

Цель моего проекта исследовать процесс восстановления фторидов, а именно гексофторида урана водородом в кавитационном реакторе.

Буйновский А.П., Жиганов А.Н., Буйновский А.С.

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЦИРКОНОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ПОЛУЧЕНИЕМ ОКСИДА ЦИРКОНА ОЧИЩЕННОГО ОТ ПРИМЕСЕЙ И РАДИОНУКЛИДОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: toklyb@gmail.com*

Цирконий является одним из важных элементов в жизни человека. В черной металлургии цирконий используется в качестве раскислителя в составе силикоциркония и ферросиликоциркония, а также для легирования некоторых марок сталей. В цветной металлургии цирконий применяется как добавка для алюминиевых и магниевых сплавов, увеличивающая их коррозионную стойкость и твердость. В медицине, обладая высокой стойкостью к воздействию биологических сред – для производства протезов и хирургического инструмента [1].

Основным источником циркония является цирконовый концентрат (циркон). Однако, серьёзной проблемой в технологии переработки циркониевых концентратов являются наличие в ней активных радионуклидов. Концентраты и руды, содержащие редкие и редкоземельные элементы, характеризуются высокой степенью радиоактивности, связанной с повышенным содержанием природных радионуклидов вследствие их геохимического сходства с редкими металлами. При среднем значении эффективной удельной активности редкометалльных руд 1000 Бк/кг наиболее часто встречающиеся значения этого параметра – 640 Бк/кг, а максимальные значения достигают величины 6000 Бк/кг, что в 9–12 раз больше предельно допустимых значений для I класса материалов с повышенным содержанием природных радионуклидов. Основной вклад в эффективную удельную активность вносят уран-238 (радий-226) и торий-232.

В настоящее время отсутствуют какие-либо исследования о поведении радионуклидов при переработке циркона по различным технологиям. В данной работе рассматриваются и предлагаются 4 технологических схемы переработки цирконового концентрата и поведение радионуклидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные технологии редкометалльной и редкоземельной промышленности / под ред. члена президиума РАН акад. Л.И. Леонтьева и докт. хим. наук В.И. Сачкова. – Томск: Изд-во НТЛ, 2016. – 388 с.

Вартанов Е.И., Жиганов А.Н.

ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕЛЬ-СФЕР УРАНИЛ-НИТРАТА И ИХ ТЕРМООБРАБОТКА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: vartanovei@gmail.com*

В данной работе проведены исследования по термообработке золь-гель частиц уранил-нитрата. Выбраны оптимальные условия получения сферических гранул из плава гексагидрата уранилнитрата.

Приведено описание схемы лабораторной установки основным аппаратом, которой является гранулятор колонный. Представлено описание методики получения оксидов урана из плава гексагидрата уранилнитрата.

Сформулирован вывод о проделанной работе.

Доклад написан на 2 листах, в тексте приведена 1 схема лабораторной установки.

Ключевые слова: гель-сферы, колонна гелирования, уранилнитрат, перфторорганическая жидкость М-1, плава гексагидрата уранилнитрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высокотемпературное ядерное топливо. М., Атомиздат, 1978, с.96. Авт.: Котельников Р.Б., Башлыков С.Н., Каишанов А.И., Меньшикова Т.С.
2. "Методы и аппаратура для получения микросферического ядерного топлива". Научный отчет предприятия п/я В-8699, I4/85с Рук. Филиппов Е.А., Лобас О.П., 1982.

*Веремейчик Е.С., Лебедкина М.Е., Шишкина Н.И., Зеличенко Е.А.,
Чубенко Я.Б.*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЗЭ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЕКЦИИ НА ЛАТЕНТНЫЕ СТРУКТУРЫ В СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: lena.ignatovich.01@mail.ru*

В современном мире все больше факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. В связи с этим возрастает необходимость в создании лекарственных препаратов и медицинских изделий с улучшенными свойствами.

Сочетание гидроксиапатита с органическими полимерами, способными подвергаться биологическому разложению, способствует постепенному, в необходимой дозе, высвобождению из помещенного в организм имплантата. Однако выбор полимерной составляющей может влиять на скорость биодеградации.

В связи с этим, задачей исследования является изучение влияния Na-КМЦ на скорость биодеградации ГА в биологической жидкости [1].

Основными методами исследования в данной работе были выбраны титриметрический и потенциометрический методы анализа.

Титриметрический анализ ионов кальция основан на точном измерении объема трилона Б, затраченного на реакцию с определяемым веществом в ходе титрования. Исследование показало, что высвобождение ионов кальция происходит крайне медленно - со скоростью 0,00021 г/ч.

Для подтверждения результатов был проведен потенциометрический анализ, основанный на измерении электрохимического потенциала кальций-селективного электрода, который подтвердил, что исследуемый материал растворяется с той же скоростью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рассказова Л.А.* Технология получения магний- и кремний- модифицированных гидроксиапатитов и биорезорбируемых композиционных материалов с использованием полимеров молочной кислоты. // Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2015. С. 37-38.

*Грачева Д.К., Грачев Е.К., Муслимова А.В.,
Шачнева М.И., Кикенина И.К.*

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ СПЛАВОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОШКОВ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЗМ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ptiza24@yandex.ru*

В связи с недавно обострившейся проблемой нарастающего дефицита неодима, проводится все больше исследований по замене его другими редкоземельными металлами в магнитных сплавах. И, чтобы получить данные сплавы с высокими магнитными характеристиками требуется установить точный химический состав, а также изучить структуру поверхности сплава и убедиться в качестве поверхности.

Исследования проводились со сплавами (РЗМ)Fe-Co прошедших термообработку, которые в дальнейшем используются для реализации процесса твердофазного легирования.

Структура поверхности изучалась методом СЭМ. Полученные результаты состава сплава (Nd,Pr,Dy)(Fe,Co) можно описать формулой: $Nd_{1,0}Pr_{0,1}Dy_{0,8}Fe_{4,0}Co_{1,0}$. Было отмечено, что после процесса восстановительной плавки произошло неравномерное распределение элементов в сплаве, что можно исправить процессом равномерного смешения порошков гидридов. Полученные снимки структуры поверхности сплава, показали, что поверхность сплава до термообработки стабильная и не имеющая трещин, изломов поверхности. В ходе исследования поверхностной структуры сплава было доказано, что после термообработки, поверхность имеет грубую структуру со множественными изломами.

Так же в ходе одного из процессов исследования - процесса переработки отработанных магнитов NdFeB извлеченных из жестких дисков, требовалось установить их количественный состав до и после дополнительного твердофазного легирования их гидридами NdFe и (Nd,Pr,Dy)(Fe,Co). Данные исследования проводились методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

В докладе авторами будут представлены подробные результаты с приведением снимков морфологии исследуемых сплавов, таблиц с количественным и качественным составом исследуемых сплавов, и выводы проведенного исследования.

*Грачева Д.К., Грачев Е.К., Карташов Е.Ю., Зайцев Д.В.,
Болдышев Д.В., Шачнева М.И., Муслимова А.В.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЛАВОВ ДЛЯ ТВЕРДОФАЗНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ptiza24@yandex.ru*

По мере развития научно-технического прогресса наращивается потребление редкоземельных металлов в различных отраслях науки и техники. В первую очередь, происходит возрастание потребления магнитного сырья. Прогнозируется, что с нынешними темпами потребления, редкоземельных элементов хватит на несколько сотен лет. Кроме того, поставку редкоземельных металлов осложняет политика монополизма Китая в данной сфере.

Технология рециклирования магнитных материалов направлена на решение вышеперечисленных проблем. Однако лучшим способом для восстановления магнитных свойств вторичного сырья в процессе рециклирования является процесс твердофазного легирования различными металлами и сплавами на основе редкоземельных материалов.

Наилучшие показатели восстановления магнитных свойств получают при добавке металлов средней и тяжелой группы редкоземельных элементов, таких как Dy и Tb.

В настоящий момент не проводится исследований механизма подготовки сплавов и металлов на основе редкоземельных элементов для проведения процесса твердофазного легирования. Так, например, легирование порошками чистых металлов будет восстанавливать незначительную часть магнитных свойств, так как часть металлического порошка, в котором содержится Dy и Tb, пирофорны и будут подвергаться окислению. Поэтому в процессе твердофазного легирования целесообразнее использовать гидриды редкоземельных металлов.

Если увеличить количество поглощаемого водорода методами пескоструйной обработки и термообработки можно увеличить количество поглощаемого водорода, что впоследствии положительно отразится на магнитных характеристиках.

Гусев Р.Я., Кулагина Д.С., Молоков П.Б.

ПЕРЕНОС ГРАДУИРОВОЧНОЙ МОДЕЛИ МЕЖДУ РАЗНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ В СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ryagusev@gmail.com

Метод спектрофотометрии может быть использован для контроля концентрации валентных форм актинидов при экстракционной переработке ОЯТ. При этом возможно использование проточных кювет, установленных непосредственно в технологических линиях. Их калибровка в связи с удаленностью и нахождением в зоне действия ионизирующего излучения затруднена.

Решение проблемы – перенос градуировочной модели между инструментами. Этот метод позволяет преобразовывать данные, полученные при одних условиях, в данные, полученные при других условиях. Изменяться могут: размер кюветы, шаг измерения и даже сам спектрофотометр. Таким образом, можно создать градуировку, используя растворы с меньшими концентрациями актиноидов, а затем применить её для анализа технологических растворов. Это не только уменьшит затраты на радиоактивные материалы, но и снизит воздействие ионизирующего излучения на персонал.

В работе [1] для переноса градуировки между инструментами используют прямой метод стандартизации: с помощью псевдоинверсии и умножения матриц, состоящих из калибровочных данных для двух методов, получают матрицу перехода. С её помощью можно преобразовывать данные формата одного метода в формат другого. Принцип действия заключается в сопоставлении изменения стабильных спектральных сигналов и описан в работе [2].

В данной работе исследуется количество необходимых калибровочных растворов для получения представительных результатов переноса с низкой погрешностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Calibration transfer between different analytical methods / Vitaly Panchuk, Dmitry Kirsanov, Ekaterina Oleneva, Valentin Semenov, Andrey Legin // *Talanta*. – 2005. – Vol. 170. – P. 457–463. – doi: 10.1016/j.talanta.2017.04.039
2. The method of calibration model transfer by optimizing wavelength combinations based on consistent and stable spectral signals / Liguozhang, Yongqi Li, Wen Huang, Lijun Ni, Jiong Ge // *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* – 2019. – doi: 10.1016/j.saa.2019.117647

*Епифанов К.Ю., Мокина А.Н., Анкипович Е.И., Ушаков А.О.,
Ожерельев О.А.*

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ «ЯДЕРНОГО» ЦИРКОНИЯ ИЗ КОНЦЕНТРАТА ТУГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ssti@terphi.ru*

Скандий один из самых дорогих металлов с ограниченными объемами производства и практического использования. Это можно объяснить отсутствием концентрированных источников природного скандия и малой эффективностью существующих технологических схем извлечения.

Среди перспективных источников скандия можно выделить сернокислые возвратные растворы подземного выщелачивания (ПВ) урана, особенностью которых является низкое содержание скандия (около 1 мг/л) и сложный химический состав. В связи с этим многие технологии концентрирования и извлечения скандия, разработанные ранее, не используются на существующих производствах подземного выщелачивания урана в промышленных масштабах.

Наиболее эффективным методом извлечения скандия из его разбавленных растворов в присутствии высокого солевого фона является сорбция с фосфорсодержащими ионообменными (ФИ) смолами [1]. Из сорбентов промышленных марок лучшие сорбционные параметры имеет полифункциональный ионит Purolite S957 – является специально разработанной хелатной смолой, содержащей фосфоновые ($-\text{PO}(\text{OH})_2$) и сульфогруппы ($-\text{SO}_3\text{H}$). Степень сорбции скандия составляет до 95%, коэффициент распределения $D_{\text{Sc}} = 1360$, ПОЕ= 5,91 г-экв/л.

Для десорбции скандия из насыщенного ионита Purolite S-957 используют 1М раствор NH_4HF_2 , который является отличным десорбентом скандия из-за высокой растворимости $(\text{NH}_4)_3\text{ScF}_6$ в растворе NH_4HF_2 при комнатной температуре, а также высокой прочности гексафтороскандат-иона ($K_{\text{уст}} = 1,2 \cdot 10^7$) [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пироженко К.Ю. Сорбционное извлечение скандия из возвратных растворов скважинного подземного выщелачивания урана.// Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Москва. – 2016. – 131 с.

*Журков М.Ю., Дацкевич С.Ю., Юдин А.С., Кухта В.Р., Уемура К.,
Ремнев Г.Е.*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

*Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: zhurkov@tpu.ru*

Электроразрядные технологии основаны на открытом и разрабатываемом в ТПУ способе разрушения твердых диэлектрических и полупроводящих материалов, когда вследствие внедрения канала разряда в твердое тело и последующего электрического пробоя происходит его взрывная деструкция. Сам способ по сравнению с традиционными методами характеризуется низким удельным расходом энергии и невысокой стоимостью, слабым износом рабочего инструмента – электродов.

В атомной промышленности электроразрядные технологии могут найти свое применение, как при создании новых конструкций, так и при утилизации имеющихся железобетонных конструкций. Возможно эффективное электроразрядное бурение скважин большого диаметра в твердых скальных породах, например, с целью безопасного захоронения РАО [1]. В настоящее время большой интерес представляет использование электроразрядной технологии при снятии поверхностного слоя радиоактивно загрязненных железобетонных конструкций [2], поскольку способ позволяет удалять слой бетона без эмиссии радиоактивной пыли, под слоем воды, и не требует создания дорогостоящей системы газо- и пылеулавливания. Использование другого типа высоковольтных импульсных генераторов с более высоким энергозапасом позволяет осуществлять непосредственное разрушение железобетонных конструкций [3] - до размера частиц щебня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Electrical discharge drilling of granite with positive and negative polarity of voltage pulses / A. Yudin, M. Zhurkov, S. Martemyanov, S. Datskevich, V. Vazhov // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. – 2019. – Vol. 123. – doi: 10.1016/j.ijrmms.2019.104058
2. Concrete surface scraping with high voltage pulsed power generator EG-350 / I. Egorov, G. Kanaev, V. Kukhta, V. Lopatin, A. Nashilevskiy, G. Remnev, K. Uemura // IPMHVC. – San Diego, 2012. – P. 536-539. – doi: 10.1109/IPMHVC.2012.6518799
3. Decontamination of Radioactive Concrete Waste and Reuse of Aggregate Using Pulsed Power Technology / H. Sakamoto et al. // Transactions of the Atomic Energy Society of Japan. – 2019. – Vol.17, N 2. – P. 57-66. – doi:10.3327/taesj.J16.037

Зайцев Д.В., Грачев Е.К., Болдышев Д.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЫ НЕОДИМА В СПЛАВЕ NdFeB ЛАНТАНОМ И ЦЕРИЕМ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
email: sumpron@yandex.ru*

В настоящее время магниты на основе NdFeB используются во многих устройствах, включая ветряные турбины, электродвигатели, компьютеры и многое другое. Однако Nd является редким и дорогим элементом, что может привести к проблемам с его поставкой в будущем. В связи с этим актуальной задачей для магнитной промышленности является поиск потенциального кандидата на замену дорогого и ресурсоемкого неодима в NdFeB.

Из всех лантаноидов Ce и La являются самыми дешевыми и распространенными элементами. Кроме того, известны исследования, в которых спеченные магниты с добавкой церия и лантана демонстрировали высокую коэрцитивную силу [1].

Таким образом, целью данного исследования является изучение возможности частичной замены неодима в сплаве NdFeB лантаном и церием, рассмотрение существующих способов, с помощью которых реализуется замена неодима в сплавах состава NdFeB, а также определение влияния добавок La и Ce на фазовую структуру и магнитные свойства сплава NdFeB по доступным на данный момент исследованиям.

Установлено, что высокие магнитные свойства обусловлены оптимальным распределением фаз со сосредоточением Ce в межкристаллических областях. Увеличение содержания Ce влияет на укрупнение зерен сплава и понижение его магнитных свойств, однако добавка La приводит к заметному измельчению зерна, повышенной остаточной намагниченности и высокой температуре Кюри.

Так, в докладе авторами будут представлен обзор влияния добавок La и Ce на свойства сплава, а также предполагаемые оптимальные соотношения La и Ce для замены Nd в сплаве NdFeB.

ЛИТЕРАТУРА

1. Attaining high magnetic performance in as-sintered multi-main-phase Nd-La-Ce-Fe-B magnets / Jin J., Liu Y., Peng B., Bai G., Yan M. // Acta Materialia. – 2019. – Vol. 169. – P. 248-259. – doi: 10.1016/j.actamat.2019.03.005

*Зайцев Д.В., Грачев Е.К., Болдышев Д.В.,
Карташов Е.Ю., Муслимова А.В., Илекис В.М.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО РАФИНИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ НА ПРОЦЕСС ВОДОРОДНОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИРОВАНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
email: sumpron@yandex.ru*

В настоящее время появляется потребность в отлаженной технологии рециклирования отработавших магнитных сплавов на основе Nd-Fe-B в силу того, что их спектр применения ежегодно расширяется. Одним из наиболее перспективных решений данной задачи является применение процесса водородного диспергирования для получения порошков редкоземельных металлов, которые впоследствии перерабатываются в новые магниты при помощи спекания.

Ввиду этого актуальной задачей является исследование процесса водородного диспергирования магнитных сплавов на основе Nd-Fe-B. В этом контексте целью нашего исследования является изучение влияния поверхностного рафинирования вторичных магнитных сплавов на процесс водородного диспергирования в технологии рециклирования.

Рафинирование представляет собой процесс очистки поверхности магнитного сплава от гальванических покрытий, оксидных, нитридных вкраплений и прочих примесей. В ходе исследования установлено, что проведение процессов рафинирования, включающих в себя пескоструйную обработку сплавов, химическое травление и вакуумную термическую обработку методом термоциклирования, положительно влияет на процесс водородного диспергирования, увеличивая степень поглощения водорода сплавом.

Таким образом, в докладе авторами будут представлены данные о процессе водородного диспергирования отработавших магнитных сплавов на основе Nd-Fe-B при различных режимах с применением поверхностного рафинирования, обоснован подбор оптимального режима водородного диспергирования для получения порошков магнитов, а также предложена новая принципиальная технологическая схема процесса рециклирования вторичных магнитных сплавов.

*Кикенина И.К., Шачнева М.И., Грачева Д.К., Грачев Е.К.,
Муслимова А.В., Зайцев Д.В., Болдышев Д.В.*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАФИНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ ПРОЦЕССОМ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: irinakikenina@gmail.com*

В настоящее время, для повышения качества рециклирования отработавших магнитных сплавов NdFeB применяют процесс рафинирования, к которому относится химическое травление. В ходе эксплуатации поверхность магнитных сплавов подвергается коррозии, окислению и образованию железной окалины. Такие не желательные примеси препятствуют последующему процессу гидридного диспергирования и снижают магнитные свойства сплава. Процесс химического травления позволяет удалить нежелательные примеси с поверхности материала, а также улучшить качество переработанного магнита и получить не окисленный порошок, который будет иметь наименьший размер частиц.

Химическое травление РЗМ проводят с применением водных и спиртовых растворов соляной и азотной кислот, с последующим промыванием в спирте или ацетоне. Применение спиртовых растворов азотной кислоты в качестве раствора – травителя дает отрицательные показатели, так как происходит пассивация поверхности сплава нитридной пленкой. Водные растворы соляной кислоты дают наилучший результат. Материал полностью высвобождается от избыточного кислорода на период всего процесса рециклирования.

Для определения количества высвобожденного кислорода после проведения травления создаются шлифы исследуемого редкоземельного материала, с последующим изучением их микроструктуры и выявлением количества содержащихся на его поверхности не желательных примесей.

С помощью сканирующего электронного микроскопа можно выявить наиболее оптимальный режим травления РЗМ. Сканирующий электронный микроскоп позволяет определить микроструктуру шлифа сплава, а также выявить количество кислорода на поверхности материала до и после применения травления.

Более подробно тема будет раскрыта в докладе. Авторами будет рассмотрен процесс травления отработавших магнитных сплавов NdFeB и его влияние на процесс рециклирования этих сплавов.

Коба Е.В., Ткачук С.А., Макашеев Ю.Н.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА ЖАЛЮЗИЙНОГО АНОДА И ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ШЛИКЕРНОГО ЛИТЬЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kobaekaterina71@gmail.com*

Основной технологией создания жалюзийного анода выбран метод шликерного литья. Главное преимущество данного метода заключается в возможности отливки сложных деталей. Для создания детали используют шликер, который заливают в литейную форму.

Шликерное литье можно производить двумя способами. Первый способ – литье шликера в открытую форму. Для удаления пустот в детали, возникающих из-за попадающих в процессе литья пузырьков воздуха, форму размещают на вибростоле. Второй способ отливки – литье под давлением. Оно производится на специальной установке для шликерного литья. Из-за повышенного давления возникает необходимость использовать форму с более толстыми стенками во избежание её деформаций.

В данной работе представлены расчеты основных геометрических размеров анода, подбор оптимальной формы ламелей. Также представлены литейные формы для разных видов литья. Для создания чертежей и 3D-моделей формы использовали программу КОМПАС-3D.

Результатом проделанной работы является возможность печати модели литейной формы на 3D-принтере для отработки технологии формования конечного изделия – жалюзийного анода.

Коба Е.В., Ткачук С.А., Макашеев Ю.Н.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖАЛЮЗИЙНОГО АНОДА СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ФТОРА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kobaekaterina71@gmail.com*

В настоящее время в качестве анода используется коксовая пластина, изготовленная высокотемпературным спеканием смеси порошка кокса и пека. Использование анодной пластины имеет некоторые недостатки, к ним относится открытая пористость пластины 20-25 %, а также возникновение эффекта экранирования, из-за чего рабочая площадь анода уменьшается. Эти факторы влекут за собой снижение плотности тока на аноде, а следовательно необходимость работы при повышенном напряжении, из-за чего происходит разрушение анодной пластины в среде электролита.

Использование жалюзийного анода решает эти проблемы. Форма ламелей позволяет более эффективно использовать площадь анода, а композитный материал, из которого изготавливаются ламели, имеет гораздо меньшую пористость – до 5 %.

В данной работе представлена технология изготовления жалюзийного анода. Основным методом производства анодов выбрана технология шликерного литья. Рассмотрены основные этапы подготовки технологии, приготовление шликера и моделирование литейной формы.

Шликер представляет собой суспензию по консистенции схожую со сметаной. Он состоит из угольного порошка и связующего вещества – парафина. Для приготовления шликера необходимо подобрать оптимальный гранулометрический состав порошка и соотношение порошка к связующему веществу. Для увеличения прочности анодов использовали технологию уплотнения образцов пироуглеродом. Разработка литейной формы включает в себя расчеты геометрических размеров анода, создание чертежей и 3D-модели формы в программе КОМПАС-3D, а также создание модели при помощи 3D-принтера.

Результаты проделанной работы позволяют в дальнейшем приступить к отработке технологии отливки жалюзийных анодов.

Кошельская А.С., Гузеев В.В.

СИНТЕЗ ПЕРФТОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СОРБИРОВАНИЯ ФТОРИДОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bvp8eebk@gmail.com*

Основным сырьем для получения безводного HF на данный момент является плавиковый шпат - CaF_2 , запасы которого исчерпаемы. В связи с этим разрабатываются методы извлечения безводного фторида водорода из азеотропной смеси, которая образуется при производстве безводного фторида водорода.

Имеется предположение, что перфторсоединения могут сорбировать легколетящие фториды, вследствие низкой энергии межмолекулярных взаимодействий, которая обуславливает их способность растворять большие объемы газов. В связи с этим были рассмотрены методы синтезирования перфторорганических соединений на примере перфтордекалина.

Он может быть получен электрохимическим способом, для этого перфторированные углеводороды подвергают электролизу, который вызывает дезгалогенирование перфторированных углеводородов, приводя к образованию перфтордекалина. Другим способом синтеза $\text{C}_{10}\text{F}_{18}$ является химический метод, на основе различных реакций и условий их проведения, однако все они уступают более инновационному электрохимическому способу синтезирования.

Помимо предполагаемых свойств по поглощению фтора перфтордекалин широко применяется в атомной промышленности и в качестве теплоносителя и жидкости для охлаждения.

Перфтордекалин играет важную роль в атомной промышленности, обеспечивая безопасную и эффективную передачу тепла и управление температурой в реакторах. Его применение в этой области подчеркивает его уникальные свойства и показывает, как химические соединения могут играть важную роль в различных промышленных процессах. В качестве приоритетного метода синтезирования $\text{C}_{10}\text{F}_{18}$ был выбран электрохимический метод получения.

Кривошеина А.М., Погляд С.С.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ УРАНА

ДИТИ НИЯУ МИФИ,

433511, ул. г. Димитровград, Ульяновская обл., Куйбышева, 294

e-mail: diti@terphi.ru

Пирохимические технологии переработки в расплавах на основе щелочных металлов рассматриваются как весьма перспективные для ОЯТ с высоким содержанием плутония, высоким выгоранием и малым временем выдержки. Для наиболее распространенного оксидного ядерного топлива они ограниченно применимы и требуют перевода его в металлическое состояние. Данная операция разрабатывается с применением лития в качестве восстановителя в различных странах мира более 25 лет и далека от совершенства.

В ходе исследования рассмотрена серия цифровых экспериментов на основе построения термодинамических моделей для определения наиболее подходящих металлов-восстановителей для проведения процесса металлизации урана.

Получены результаты термодинамического моделирования взаимодействия различных щелочных и щелочноземельных металлов с ураном при различных мольных соотношениях. Основываясь на данных о выходе металлического урана, наиболее перспективными металлами-восстановителями следует признать кальций и магний.

В мировой практике в процессах металлизации щелочноземельные металлы в расплавах не применяют. Это связано с несмешиваемостью расплавленных кальция и магния с металлическим ураном, что подтверждается диаграммами состояния [1]. По мере восстановления происходит пассивация поверхности таблеток – реакция восстановления практически прекращается. Для обеспечения полного протекания процесса необходимо ввести в систему жидкий металл-растворитель.

Таким образом, в ходе цифровых экспериментов обоснован новый подход к металлизации: применение биметаллического сплава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Д44 Справочник: В 3 т.: Т, 1 / Под общ. ред. Н.П.Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – 992 с.

Кузнецов С.Ю., Беляков Д.М., Головков Н.И., Каренгин А.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРНЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ УРАНОВОГО ТОЛЕРАНТНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

*Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: karengin@tpu.ru*

Применяемое на АЭС керамическое ядерное топливо из диоксида урана, имеет недостаток – низкую теплопроводность. Перспективным является создание уранового толерантного ядерного топлива в виде топливных оксидных композиций (ТОК), содержащих включения из диоксида урана, равномерно распределенного в оксидной матрице, имеющей высокую теплопроводность и малое поперечное сечение захвата тепловых нейтронов. Традиционные методы изготовления ТОК многостадийны, продолжительны, не обеспечивают равномерное распределение фаз, имеют высокие энерго- и трудозатраты [1].

Предлагается энергоэффективный плазмохимический синтез ТОК в воздушной плазме из диспергированных водно-органических нитратных растворов (ВОНР), включающих органический компонент и имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \geq 1500$ К.

В результате расчетов определены составы ВОНР на основе этанола (ацетона), имеющие $T_{ад} \geq 1500$ К и обеспечивающие синтез ТОК « UO_2-MgO » и « $UO_2-Y_2O_3$ » различного состава. В ходе экспериментов показано, что переработка растворов ВОНР, включающих неодим (вместо урана), магний и ацетон, приводит к образованию оксидных композиций « Nd_2O_3-MgO », в которых увеличение массовой доли матрицы (MgO) с 5 до 50 % ведет к увеличению удельной поверхности полученных порошков с 7,9 до 16,2 м²/г и снижению размера кристаллитов в их составе с 94 до 52 нм.

Результаты исследований будут использованы при создании технологии плазмохимического синтеза наноструктурных ТОК для уранового толерантного ядерного топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С.В., Зайцев В.А., Толстоухов С.С. Дисперсионное ядерное топливо. – М.: Техносфера, – 2015. – 248 с.

Кузнецов С.Ю., Иванов К.С., Каренгин А.Г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО
СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРНЫХ ОКСИДНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НИТРАТНЫХ
РАСТВОРОВ ДЛЯ ПЛУТОНИЙ-ТОРИЕВОГО
ТОЛЕРАНТНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА**

*Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: karengin@tpu.ru*

Использование изотопов торий-232 и плутоний-239 не потребует дорогостоящего изотопного обогащения и даст возможность создания ядерных энергетических установок для «сжигания» накопленных запасов оружейного и энергетического плутония [1].

Перспективным является создание устойчивого к аварийным ситуациям плутоний-ториевого толерантного ядерного топлива.

Предлагается плазмохимический синтез в воздушной плазме из диспергированных водно-органических нитратных растворов (ВОНР), включающих органический компонент (спирты, кетоны) и имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \geq 1500$ К.

В результате расчетов определены составы растворов ВОНР на основе этанола (ацетона), имеющие $T_{ад} \geq 1500$ К и обеспечивающие синтез в воздушной плазме ТОК «PuO₂-ThO₂-MgO» при $\alpha = \text{PuO}_2/(\text{PuO}_2+\text{ThO}_2) = 0,1 \dots 0,3$.

Показано, что воздушно-плазменная переработка растворов ВОНР на основе ацетона, включающих самарий, церий и магний, приводит к образованию ОК «Sm₂O₃-Ce₂O₃-MgO», в которых увеличение массовой доли MgO с 5 до 30 % ведет (при $\alpha = 0,1$) к снижению размера частиц в водных суспензиях (D_{50}) с 9,9 до 7,4 мкм, увеличению удельной поверхности полученных порошков с 7,9 до 14,1 м²/г и снижению размера кристаллитов в их составе с 110 до 67 нм. Результаты исследований будут использованы при создании технологии плазмохимического синтеза наноструктурных ТОК для плутоний-ториевого толерантного ядерного топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С. В., Зайцев В. А., Толстоухов С. С. Дисперсионное ядерное топливо. – М.: Техносфера, – 2015. – 248 с.

Кулагина Д.С., Гусев Р.Я. Молоков П.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТА ПРИ ЗАНИЖЕННОМ ЗНАЧЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСТИНКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ В РАСТВОРЕ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: williams240613@gmail.com*

В технологических растворах переработки отработавшего ядерного топлива экстракционным методом концентрацию урана можно определить по линиям поглощения уранил – нитрата. Наиболее интенсивные линии находятся в диапазоне от 350 до 500 нм.

Однако произвести измерения по данному диапазону возможно не на всех приборах. Эту проблему можно решить, применяя метод проекций на латентные структуры. Метод позволяет определять концентрацию актиноида по участкам спектра с низким значением коэффициента экстинкции относительно других элементов в растворе. Данный метод характеризуется относительно малой погрешностью, в отличие от классического метода градуировки.

В данной работе были исследованы растворы, имитирующие валентные состояния актиноидов. Измерения велись на приборе с диапазоном длин волн от 450 до 1100 нм. В результате, при анализе растворов были упущены длины волн с высоким коэффициентом экстинкции урана, так как находились в недоступной области измерения прибора. Соответственно, стандартный метод определения его концентрации является менее достоверным. Поэтому, применили метод проекций на латентные структуры, который позволяет получать результаты с меньшей погрешностью.

Лебединкина М.Е., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б., Веремейчик Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕДЬ-ЗАМЕЩЕННОГО ГИДРОКСИАПАТИТА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: lebedkiname@gmail.com*

В настоящее время лечение заболеваний опорно-двигательного аппарата и разработка новых биоматериалов для имплантации особенно актуальны. Важно разработать такой материал, который не только не отторгался бы человеческим организмом, но и излечивал воспалённые ткани.

Одним из таких биоматериалов является гидроксиапатит. Это вещество идеально подходит под поставленные задачи, так как является основным компонентом неорганической части костной системы человека. Многочисленные исследования подтверждают, что риск отторжения биодegradуемого гидроксиапатита организмом человека отсутствует. Для того чтобы усилить его антибактериальные и лечебные свойства, в структуру внедряют ионы таких металлов как Cu^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} .

Цель экспериментальной работы: провести исследования физико-химических свойств синтезированного медь-замещенного гидроксиапатита.

Получены образцы медь-замещенного гидроксиапатита (Cu-ГА). Медь является важным микроэлементом для организма человека. Она нужна для поддержания нормальной структуры костей, хрящей, сухожилий, эластичности стенок кровеносных сосудов, кожи, а также обладает низкой себестоимостью.

Наличие меди в полученном материале подтверждается результатами исследования сканирующей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа и рентгенофлуоресцентного анализа. Получены микрофотографии образцов Cu-ГА с распределение элементов, фазовый состав материала и спектрограммы.

Результаты исследований показали, что медь не только внедрена в решетку гидроксиапатита, но и адсорбировалась на его поверхности в виде фосфатов меди и купратов кальция.

Лукашевич В.Н., Лукашевич О.Д.

ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ АТОМНО- ЭНЕРГОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
e-mail: vnluc@yandex.ru, odluk@yandex.ru*

Новые материалы, перспективные в современных технологиях транспортного строительства для атомной отрасли народного хозяйства, необходимо разрабатывать с учетом принципов устойчивого развития (баланс экономических, экологических, социальных интересов) и нацеленности на создание и внедрение новых технологий, улучшения качества строительства и безопасности эксплуатации АЭС.

Цементобетонные покрытия дорог и технологических проездов имеют предпочтение перед асфальтобетонными при строительстве атомных электростанций. Это объясняется особыми требованиями в отношении устойчивости к механическим нагрузкам и агрессивным химическим реагентам, к резким колебаниям температурно-влажностных условий и способностью бетона (особенно – специальных марок) их выдерживать.

К основным преимуществам цементобетона перед асфальтобетоном относятся:

- высокие прочностные свойства и несущая способность;
- длительный (свыше 30 лет) безремонтный срок эксплуатации;
- высокий коэффициент сцепления дорожного покрытия с колесом автомобиля (в сухом состоянии – в среднем 0,75);
- меньшая (на 20-30%) стоимость строительства дорожной одежды;
- низкие затраты на содержание;
- отсутствие дефицита качественного цемента, в то время как по битумным вяжущим для асфальтобетона наблюдается сезонная нехватка.

Типовые конструкции цементобетонных дорожных одежд за рубежом разработаны и используются давно. В нашей стране сравнительно недавно введен ГОСТ Р 59628-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование жестких дорожных одежд. Типовые конструкции». Он позволяет улучшить качество проектов, увеличить срок службы и удешевить дороги.

Москальцова В.А.¹, Позигун Н.О.², Корнилов А.С.², Погляд С.С.^{1,2}

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВАРИАНТОВ МОДИФИКАЦИИ PUREX-ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ РУ МБИР

¹ ДИТИ НИЯУ МИФИ,
433511, г. Димитровград, Ульяновская об., Куйбышева, 294
email: diti@terphi.ru.

² АО «ГНЦ НИИАР»,
433507, г. Димитровград, Ульяновская об., Западное ш., 9
email: niiar@niiar.ru

На сегодняшний день в промышленных схемах экстракционного аффинажа урана реэкстракцию урана из раствора ТБФ осуществляют 0,05-0,1 моль/л раствором азотной кислоты при 60-70°C [1, 2]. Коэффициент распределения урана при этом равен 0,16-1 [3]. Для полного извлечения урана из органической фазы необходимо 5-7 ступеней реэкстракции и, соответственно, большой поток реэкстрагирующего раствора [1].

Для повышения эффективности процесса реэкстракции авторы предлагают использовать в качестве реэкстрагентов комплексообразователи – растворы аммиачных солей уксусной и муравьиной кислот.

Установлено, что коэффициент распределения урана для 2-3 моль/л растворов ацетата аммония составляет 0,02-0,008, для 2-3 моль/л растворов формиата аммония - 0,01-0,001, т.е., эффективность извлечения урана возрастает в 125-1000 раз.

Растворимость уранилнитрата в растворах ацетата и формиата аммония позволяет получить достаточно концентрированные по содержанию урана реэкстракты в пределах 70-200 г/л.

Конечное значение рН реэкстрактов ацетата, определяющее эффективность процесса, должно быть не менее 3,5-4, реэкстрактов формиата не менее 4,3.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тураев Н.С., Жерин И.И.* Химия и технология урана. М.: Руда и металлы. 2006. 396 с.
2. *Morss L.R., Edelstein N.M., Fuger J.* The Chemistry of the Actinide and Transactinide, 4th ed. Netherlands: Springer. 2010. Vol. 1–6. 4191 p
3. *Шевченко В. Б., Сударииков Б. Н.* Технология урана. М., Госатомиздат, 1961, 330 стр.

Нижегородов Д.С., Макаеев Ю.Н.

ГАЗОФТОРИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: skdota2@bk.ru*

Способы переработки ОЯТ можно разделить на две группы:

1. Водные («мокрые») методы, подразумевающие под собой экстракционные и осадительные технологии;
2. Неводные («сухие») методы, использующие пирохимические и пирометаллургические процессы.

«Сухим» технологиям переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) придавалось довольно большое значение практически со времен возникновения проблемы регенерации ядерного топлива. В числе достоинств таких технологий можно привести: компактность процесса, получение отходов радиационной переработки в твердом виде, малую чувствительность используемых неорганических реагентов к радиоизлучению, а также минимизация объема образующихся жидких радиоактивных отходов.

В СССР, Франции, ЧССР и Японии наибольшее внимание уделялось научно – исследовательским работам по созданию газофторидной технологии. Она основана на различии летучести фторидов основных компонентов топлива (урана и плутония) и продуктов деления. Гексафториды урана и плутония обладают высокой летучестью при низкой температуре (температура плавления и температура кипения UF_6 составляет соответственно 56,4 и 64°C, а для PuF_6 – 50,6 и 62,3°C). При этом основная масса продуктов деления (щелочные, щелочно – земельные, РЗЭ) образуют нелетучие фтористые соединения. Данная особенность позволяет произвести разделение основных компонентов и продуктов деления еще на стадии фторирования топлива.

Цель данной работы – провести анализ накопленного экспериментального материала из литературных источников и предложить альтернативную «сухую» компактную газофторидную технологию для модуля переработки ОЯТ оксидного топлива реактора на быстрых нейтронах.

В данной работе приведен аналитический обзор газофторидного способа переработки отработавшего топлива, разработана принципиальная блок – схема и аппаратурно – технологическая схема процесса переработки ОЯТ с применением газообразного фтора.

Огнева А.А.¹, Долматова Т.П.²

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАНА В СВИНЦОВОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО- СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: angelina.ogneva@mail.ru*

*²ТЛ ЦЗЛ СХК, г. Северск, Томской обл.
e-mail: angelina.ogneva@mail.ru*

Масс-спектрометрия представляет собой метод анализа, основанный на ионизации атомов и молекул вещества и последующем разделении образующихся ионов в соответствии с их массовым числом – отношением массы иона к его заряду – в электрическом или магнитном поле. В производстве она применяется для анализа органических и неорганических соединений, с помощью нее можно определять многие элементы в следовых количествах; в том числе, с ее помощью осуществляют изотопный анализ и разделение изотопов.

Среди преимуществ данной методики можно отметить высокую чувствительность, большой линейный динамический диапазон и возможность выполнения многоэлементного анализа. Его применяют для определения примесей широкого спектра металлов. Однако, одним из главных недостатков метода является разрушение, то есть, в методе исследуется не само вещество, а продукты его превращения.

В область применения метода массовой спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой для определения урана в свинцовом теплоносителе входит контроль качества свинца на соответствие требованиям, установленные нормы содержания примесей (содержание металлического Рb не менее 99,999%). Метод основан на ионизации атомов при введении аэрозоля пробы в плазму высокочастотного разряда, пространственно-временном разделении ионов в квадрупольном масс-анализаторе в зависимости от отношения массы иона к его заряду, и измерении количества ионов, поступающих на детектор. Для ввода аэрозоля пробы в плазму используется концентрический кварцевый распылитель, работающий в режиме самораспыления в охлаждаемую до 4 °С распылительную камеру. Для снижения погрешности измерения используются внутренние стандарты. Определение урана в пробе будет осуществляться на приборе XSeries2 по предварительно проведенной градуировке.

Пак А.Д.¹, Ткачук С.А.¹, Софронов В.Л.¹, Тинин В.В.², Карташов Е.Ю.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,

²АО «Сибирский химический комбинат», 636039,

г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1

e-mail: pak.alex96@gmail.com

Одной из важнейших проблем в атомной энергетике на сегодняшний день является проблема обращения с металлическими отходами, загрязненные радиоактивными веществами (МОЗРВ). Наличие большого объема МОЗРВ обусловлено не только накоплением в результате производства и последующего массового сокращения ядерных вооружений, но и использованием атомной энергии в мирных целях за счет эксплуатации и демонтажа отработавших ресурс объектов атомной энергетике и промышленности.

Способы дезактивации МОЗРВ традиционными химическими, физико-химическими и физико-механическими методами имеют существенные недостатки. В зависимости от состава и уровня радиоактивного загрязнения очистка проводится с использованием установок механической, термической и лазерной дезактивации. У лазерной дезактивации есть ряд неоспоримых преимуществ перед другими методами. В условиях производства очень важным фактором является возможность быстрого перехода с обработки одного вида деталей на другой или перехода с одного рабочего места на другое. Лазерный пучок в сочетании с современными средствами компьютерного управления позволяет реализовать эти возможности.

Для проведения исследований по дезактивационной очистке поверхностей металлов, загрязненных радиоактивными материалами, была использована передвижная модульная установка лазерной дезактивации «НТФ Clean 500». Были разработаны методики проведения исследований процесса лазерной дезактивации металлических поверхностей, загрязненных радиоактивными веществами и дозиметрических исследований образцов металлических поверхностей до и после их лазерной обработки. Определены оптимальные параметры ведения процесса лазерной дезактивации поверхностей различной морфологии и состава.

Пак А.Д.¹, Ткачук С.А.¹, Софронов В.Л.¹, Тинин В.В.², Карташов Е.Ю.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУХОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

²АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1
e-mail: pak.alex96@gmail.com

В настоящее время, многие радиационно-опасные объекты (ядерные энергоблоки, радиохимические производства, площадки научно-исследовательских организаций) исчерпали свой ресурс и подлежат выводу из эксплуатации. При этом вывод из эксплуатации крупного предприятия, предусматривает большой объем дезактивационных работ, выполняемых с целью освобождения от радиационного контроля большого количества материалов, для снижения риска опасного облучения персонала, занятого выполнением демонтажных работ, а также во избежание распространения радиоактивных загрязнений по территории предприятия. На данный момент намечается тенденция к снижению жидкостных отходов, образующихся при дезактивации жидкостными методами. В связи с этим является актуальным применение, так называемых, «сухих» методов дезактивации. К таким методам относятся механические процессы обработки поверхностей, в результате которых удаляется поверхностный слой материала вместе с содержащимися в нем радиоактивными загрязнениями. Эти методы обладают высокой эффективностью и вследствие больших потерь поверхностного материала применяются в основном для грубообработанных поверхностей или в целях использования очищенного металла в качестве вторичного сырья.

В рамках данной работы были проведены исследования по дезактивационной очистке поверхностей строительных конструкций, находившихся в контакте с радиоактивными материалами, с использованием передвижной модульной установки сухой механической дезактивации «Wall Shaver BWF Pneumatic». Были разработаны методики проведения исследований процесса сухой дезактивации, определены оптимальные параметры ведения процесса при обработке строительных конструкций из различных материалов.

Радько С.В., Агеева Л.Д., Шнайдер Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ИЗОТОПА ^{68}Ga

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ms.laniyar@mail.ru*

В настоящее время в диагностике и лечении заболеваний, относящихся к различным областям медицины, в частности, к кардиологии и онкологии, активно применяются радионуклидные фармацевтические препараты (РФП). Для развития этого направления создается высокотехнологичное оборудование, тестируются различные методы терапии, а также изучаются свойства радионуклидов и возможность их применения на практике.

Одной из наиболее информативных технологий радионуклидной диагностики является позитронно-эмиссионная томография. В ПЭТ-диагностике широкое применение нашли РФП на основе ^{18}F . Однако его использование требует специальной дорогостоящей техники, что делает процедуру диагностики труднодоступной для пациентов. По этой причине актуальным становится поиск альтернатив, в числе которых рассматриваются изотопы галлия. Известно три радиоактивных изотопа галлия, из них позитрон-излучающими, а, следовательно, подходящими для применения в ПЭТ-визуализации, являются два радионуклида – ^{66}Ga и ^{68}Ga . В настоящее время особое внимание уделяется препаратам на основе ^{68}Ga , поскольку этот изотоп коммерчески доступен для получения и обладает хорошими ядерно-физическими свойствами.

Данная работа посвящена теоретическому изучению свойств радиоактивного изотопа ^{68}Ga и особенностей радиофармацевтических препаратов на его основе, а также рассмотрению генератора $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$, используемого для получения радионуклида ^{68}Ga .

ЛИТЕРАТУРА

1. Бажукова И.Н. Технологии ядерной медицины: учебное пособие / И. Н. Бажукова, С.И. Бажуков, А.А. Баранова. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022.— 104 с.
2. Ларенков А.А. Радионуклиды галлия в ядерной медицине: радиофармацевтические препараты на основе изотопа ^{68}Ga / А.А. Ларенков, А.Б. Брускин, Г.Е. Кодина. – Москва, 2011. – с 56–73.

Ренев В.О., Житков С.А., Макасеев Ю.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ АНОДНО-КАТОДНОЙ ПАРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДОРОДА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: dfcz.htytd@gmail.com*

Водород является одним из самых востребованных газов в химической технологии и промышленности, и уступает лишь азоту и кислороду. Один из самых распространённых способов получения водорода из воды – это электролиз водных растворов, то есть разложение молекулы воды под действием электрического тока; побочным продуктом при этом считается кислород.

Объектом исследований в данной работе является геометрия анодно-катодной пары и ее влияние на эффективность получения водорода электролизом водного раствора щелочи. Плотность тока считается основополагающим фактором, который влияет на эффективность электролиза. К причинам его снижения, а в следствие и снижения эффективности, можно отнести экранирование анодно-катодной пары выделяющимися пузырьками газов, из-за чего для получения одного и того же количества газа необходимо прикладывать большее напряжение, которое, в свою очередь, приведёт к увеличению энергозатрат. Решением данной проблемы может послужить применение альтернативной геометрии электродов – применение жалюзийных электродов.

В ходе данной работы был проведен эксперимент, при котором были сняты и проанализированы вольтамперные характеристики процесса электролиза водного раствора щелочи, с использованием электродов различной геометрии. Также был произведён расчет плотностей тока и построены графики зависимости плотности тока от напряжения.

Эксперимент был проведен на электрохимической ячейке с никелевыми электродами; при этом использовался 40% водный раствор щелочи в качестве электролита при комнатной температуре.

Степанов К.И., Макасеев Ю.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОМОЛА КОКСА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖАЛЮЗИЙНОГО АНОДА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kirill.kota@mail.ru*

В данной работе необходимо было отработать оптимальный режим помола порошка пекового кокса в планетарной мельнице «Пульвиризет б» с дальнейшим анализом гранулометрического состава на лазерном приборе измерения «Анализет 22». Рассмотрена задача обеспечения плотной упаковки порошка с гранулометрическим составом - 100 мкм, где крупная фракция составляет 70% с размерами частиц 100-13 мкм и мелкая фракция 30% с размерами частиц 12 мкм и менее.

Классические представления о плотной упаковке полидисперсных систем заключаются в том, что пустоты, образующиеся между зернами крупной фракции, заполняются зернами мелкой фракции. Идеальную упаковку можно представить как кубическую систему, заполненную шарами. При загрузке шарами условного объема куба между шарами образуются полости, для заполнения которых необходимо использовать шары размером в 8 раз меньше исходного. На практике применяют полидисперсные порошковые системы, состоящие из различных по размеру фракций порошков, в которых возможно значительное повышение плотности упаковки, вплоть до максимально приближающейся к единице.

Для получения порошков необходимого гранулометрического состава проводится операция помола, режим помола выбирается на основе эмпирических результатов ранее проведенных помолов. Следующая возможная операция — это классификация на контрольных ситах, но такая операция трудоемкая и существенно увеличивает процесс исследования. Альтернативой является исследование гранулометрического состава на лазерном анализаторе. Навеска помещается в аппарат и сканируется лазером. Результат измерения представляется в виде графика с интегральной и логарифмической зависимостями.

В докладе подробно освещаются этапы подбора оптимального режима помола и результаты анализов гранулометрического состава полученных порошков.

Тельнова А.А.¹, Болдаков В.А.², Погляд С.С.^{1,2}

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТА СОВМЕСТНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ИМИТАТОРА ОЯТ С ТРЕХОКИСЬЮ МОЛИБДЕНА

¹ДИТИ НИЯУ МИФИ,

433511, ул. г. Димитровград, Ульяновская обл., Куйбышева, 294

e-mail: diti@terphi.ru

²АО «ГНЦ НИИАР»

433507, г. Димитровград, Ульяновская обл., Западное ш., 9

e-mail: niiar@niiar.ru

Тенденция к увеличению выгорания ядерного топлива, обуславливающая увеличение содержания плутония и продуктов деления в составе ОЯТ, требует совершенствования технологий переработки ОЯТ. Коллективом АО «ГНЦ НИИАР» предложена схема выделения из состава ОЯТ с глубоким выгоранием цезия, включающая высокотемпературную обработку (ВТО) ОЯТ с триоксидом молибдена с последующей промывкой продукта ВТО щелочным раствором с выделением цезия в жидкую фазу. Затем нерастворённый остаток соединений актинидов и продуктов деления планируется растворять в азотной кислоте и перерабатывать в соответствии с классической схемой PUREX-процесса. [1]. Схема должна облегчить растворение ОЯТ и снизить его активность и тепловыделение.

В докладе представлены результаты сравнительного анализа эффективности щелочных растворов в процессе выделения цезия из продукта ВТО имитатора ОЯТ – U_3O_8 с меткой Cs-137. Навески продукта ВТО промывались щелочными растворами с целью извлечения цезия, после чего растворялись в азотной кислоте. В результате анализа доказана эффективность раствора NaOH с концентрацией 3 моль/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Болдаков, С.С. Погляд, А.С. Корнилов, Н.О. Позигун, О.С. Дмитриева «Экспериментальная проверка возможности выделения цезиевой фракции из облученного ядерного топлива до его переработки» // Тезисы докладов «Научно-технической конференции по ядерным технологиям». – Екатеринбург, 2022 г. – с. 112-113

Циплакова А.А., Мальцева А.С., Гузеева, Т.И.

НАНЕСЕНИЕ СЕРЕБРА НА ПОРИСТЫЕ СТРУКТУРЫ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: albina.maltsevaa@mail.ru*

Актуальность данной разработки определяется уникальными, свойствами серебра, которое обладает антимикробным, противогрибковым и антибактериальным действием, при этом характеризуется низкой аллергенностью, отсутствием резистивности микробов и вирусов [1]. Серебро, нанесенное на пористые структуры, например, пемзу, может быть использовано для локального обеззараживания воды в военных и походных условиях. Кроме этого, пемзосеребряные катализаторы широко используются в химической и нефтехимической промышленности.

Известно достаточно большое количество способов нанесения серебра на пористые структуры. Однако многие из них характеризуются большим расходом серебра, из-за большой толщины покрытий, которая достигает 200-300 мкм.

Была поставлена задача получения тонкодисперсных покрытий на твердые пористые и тканевые материалы.

Для этого использовали методику пропитки пористых материалов растворами нитрата серебра, с последующим его восстановлением различными восстановителями. Исходная концентрация нитрата серебра составляла 0,5 г/л. Для пропитки использовали растворы с различной концентрацией, разбавлением исходного раствора нитрата серебра. Данными растворами заливали пористый материал, выдерживали его в растворе 2 часа, затем приливали раствор восстановителя и восстанавливали серебро при нагревании 30 минут. Полученные образцы сушили последовательно при 70–90 °С, затем при 110 °С.

Образцы исследовали микроскопическим методом на оптическом микроскопе и рентгенофазовым методом. Методом РФА было установлено, что серебро на пористом материале содержится в восстановленном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петрицкая Е.Н., Рогаткин Д.А., Русанова Е.В.* Сравнительная характеристика антибактериального действия препаратов серебра и наносеребра *in vitro*. // Альманах клинической медицины. – 2016. – 2. – 44(2) – 221–226.

Чуркин А.А., Ткачук С.А., Макаеев Ю.Н., Житков С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОУПЛОТНЕНИЯ ЗАГОТОВОК АНОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ШЛИКЕРНОГО ЛИТЬЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Lexxxa2000@bk.ru*

На сегодняшний день электрохимический метод является основным средством промышленного получения фтора, который используется для разделения изотопов урана.

Так как потребность промышленности в элементарном фторе быстро растет, то остро встает вопрос модернизации и оптимизации среднетемпературных электролизеров для его производства. Наиболее уязвимым местом являются коксовые аноды, имеющие высокую открытую пористость, недостаточную прочность и низкую устойчивость к перепадам токовых нагрузок, что сокращает межремонтный пробег электролизера. Существующая технология спекания коксовых пластин удаляет 90% связки в процессах первой и второй пропитки. По этой причине не удается снизить открытую пористость коксовой пластины ниже 20-25%.

Решением данной проблемы является технология термоградиентного газофазного уплотнения порошка кокса пиролизическим углеродом, образующимся в результате пиролиза метана или пропан-бутановой смеси на границе температурного поля 1000°C. Перемещение границы температурного поля в коксовом образце в процессе обработки, обеспечивает объёмное заполнение пор пироуглеродом, создавая плотную безпористую структуру.

Для получения из порошка кокса анода сложной формы предложено использовать технологию шликерного литья. В качестве связующего порошка кокса использовали парафин.

Заготовки анодов, полученные шликерным литьем, подвергаются термообработке вначале с целью удаления парафина, а затем термоградиентному газофазному уплотнению, что на порядок повышает их прочностные характеристики и уменьшает пористость структуры вследствие осаждения на них пироуглерода.

Целью данной работы является исследование влияния различных факторов на прочностные и эксплуатационные характеристики образцов анодного материала, полученных шликерным литьем с последующим термоградиентным газофазным уплотнением пироуглеродом.

*Шачнева М.И., Грачев Е.К., Болдышев Д.В., Зайцев Д.В., Грачева Д.К.,
Кикенина И.К.*

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГИДРИДОВ ОТРАБОТАВШИХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: shachnevamr@yandex.ru*

Метод механического доизмельчения (домола) порошков гидридов отработавших магнитных сплавов – метод тонкого помола, в результате которого получается мелкодисперсный порошок. Данный метод является одной из стадий технологии рециклирования магнитных материалов на основе РЗМ. Процесс доизмельчения порошков отработавших магнитных сплавов позволяет получить частицы гидридов требуемого размера и способствует повышению магнитных характеристик материала, оказывая влияние на микроструктуру порошков гидридов.

В данной работе исследуется метод механического помола порошков гидридов вторичных магнитных сплавов на планетарной шаровой мельнице. В результате процессов поверхностного рафинирования и водородного диспергирования невозможно получить порошки гидридов требуемой микроструктуры, поэтому после данных процессов образцы подвергаются процессу помола.

Процесс доизмельчения порошков магнитных сплавов проводится в органической среде, а именно в органических разбавителях. Измельчение в средах органических разбавителей способствует повышению эффективности процесса, а именно препятствует распылению материала, обратному слипанию частиц и понижает трение между размольными телами, чем уменьшает вероятность образования намола в доизмельченных образцах. В качестве органических разбавителей нами применялись технический этиловый спирт и ацетон, в связи со своей низкой стоимостью и сниженной вероятностью набора влаги порошками гидридов.

В докладе авторами будут представлены подробные результаты исследования процесса доизмельчения порошков гидридов отработавших магнитных сплавов и влияние органического разбавителя – технического этилового спирта на степень окисления материала в результате процесса измельчения, а также на размер, форму и распределение частиц.

*Шачнева М.И.¹, Софронов В.Л.¹, Гайдай И.В.², Егорова Д.Е.²,
Пименов С.Г.², Томаш А.А.²*

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ УРАНА

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

*²АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1
e-mail: shachnevamr@yandex.ru*

В современном мире происходит стремительное развитие атомной энергетики, что влечет за собой потребность в увеличении производства ядерного топлива. Поэтому существует необходимость в развитии и внедрении технологий, позволяющих оптимизировать его изготовление. Одним из решений данной проблемы является замыкание ядерно-топливного цикла, позволяющее повторно использовать уже облученное топливо, а также минимизировать количество жидких радиоактивных отходов (ЖРО) и исключить их глубинное захоронение.

В данной работе исследуется проведение технологии прямой термической денитрации гексагидрата уранилнитрата $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (ГГУН) регенерированного урана.

Испытания проводились на опытно-промышленной установке термической денитрации на базе тонкопленочного роторного денитратора (ТРД), в результате которых была подтверждена принципиальная возможность осуществления данной технологии в данной конструкции аппарата. Были получены порошки оксидов урана (ОУ), проанализированные с помощью рентгенофазного анализа и метода ИК-спектроскопии. На основании полученных данных было установлено, что порошки представляли собой преимущественно UO_3 .

Следующий этап работ состоит из сушки и прокаливания триоксида урана до закиси-оксида урана в сушильно-прокалочных агрегатах. Полученный путем прокаливания U_3O_8 удовлетворяет требованиям международного стандарта качества АСТМ, содержание азота составляет меньше 0,0005% к U.

В результате завершающего этапа было проведено фторирование закиси-оксида урана. Полученная партия UF_6 удовлетворяет требованиям и соответствует показателям качества.

*Шишкина Н.И., Веремейчик Е.С., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б.,
Лебединкина М.Е.*

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА Na-КМЦ-ГА ИОНОВ МЕДИ ИЗ РАСТВОРОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: natashalezhnins861@gmail.com*

На сегодняшний день существует большой риск пагубного воздействия тяжелых металлов на организм человека. Их частыми источниками являются питьевая вода, продукты питания, почва и даже в воздух. В качестве сорбента металлов из организма может выступать гидроксипатит (ГА), обладающий сорбционной способностью и биосовместимостью.

Этими же свойствами обладает натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ). Гидроксильные и карбоксильные группы Na-КМЦ способны образовывать хелаты с ионами тяжелых металлов.

Улучшение характеристик адсорбции ионов тяжелых металлов материалами на основе КМЦ можно решить при помощи введения второго компонента, обеспечивающего дополнительные адсорбционные свойства и механическую прочность [1].

Создание композитного материала из ГА и Na-КМЦ может решить эту задачу.

Цель эксперимента является исследование сорбционной способности композитного материала Na-КМЦ-ГА ионов меди из растворов.

Концентрацию ионов Cu^{2+} в растворах определяли спектрофотометрическим методом на длине волны 810 нм, соответствующей максимуму поглощения раствора сульфата меди (II).

По результатам полученных концентраций рассчитана сорбционная емкость композитного материала, которая составила 5,5 ммоль/г и 2,5 ммоль/г для первого и второго раствора соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chirag B. Godiya, Xiao Cheng, Dawei Li, Zhan Chen, Xiaolin Lu. Carboxymethyl cellulose/polyacrylamide composite hydrogel for cascaded treatment/reuse of heavy metal ions in wastewater // Journal of Hazardous Materials. – 2019. – Vol. 364, P. 28 – 38.

Шнайдер Н.А., Радько С.В., Агеева Л.Д.

СИНТЕЗ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ^{18}F

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: narionata@yandex.ru*

Ядерная медицина с каждым годом становится все популярнее, и на протяжении нескольких десятилетий преимущества многих методов обусловили стабильное её развитие во многих странах. Однако не стоит на месте и эволюция других способов диагностики, таких как, например, компьютерная томография, томографическое отображение ядерного магнитного резонанса, ультразвуковое исследование. В связи с этим возникает необходимость сосредоточения на особенностях ядерной медицины в отношении оценки биологических процессов, поиску внутриклеточных и внеклеточных изменений. Последние достижения в области направленной радионуклидной терапии дают множество новых возможностей для исследования.

Существует множество радиофармпрепаратов на основе ^{18}F , например, 3'-дезоксиглюкоза-3-[^{18}F] фтортимидин (FLT), ^{18}F -фтороазомицин арабинозид (^{18}F -FAZA) [1]. Методы их синтеза будут рассмотрены в работе.

Одним из наиболее востребованных РФП в области онкологии является ^{18}F -фтордезоксиглюкоза, которая позволяет определять локализацию и распространенность опухолевого процесса, дифференцировать доброкачественные и злокачественные опухоли, оценивать эффективность лечения [2].

Однако для получения данного препарата необходимо наработать фтор-18 циклотронным способом. Метод подразумевает производство радионуклидов на циклотроне с помощью бомбардировки мишени альфа-частицами, протонами или дейтерием [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадун Г.А. Производство изотопов и ядерная медицина / Г. А. Бадун, А. А. Ларенков. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2019. – 102 с.
2. Невзоров Д.И. Производство радиофармацевтического лекарственного средства ^{18}F -фтордезоксиглюкоза / Д. И. Невзоров, И. А. Скрипачев, М. Б. Долгушин, А. А. Оджарова, Н. В. Еремин. – М.: НМИЦО им. Н. Н. Блохина, 2018. – 5 с.
3. Матвеев А.В. Ядерная медицина. Радиоизотопы и фармпрепараты: учебное пособие / А. В. Матвеев. – Омск: Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, 2016. – 128 с.

Шрайнер А.Э., Шамин В.И.

ПОИСК ЭФФЕКТИВНОГО РАЗБАВИТЕЛЯ КРАУН-ЭФИРОВ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЛИТИЯ-7

*АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск, Томская обл., ул. Курчатова, д.1.
e-mail: Skto@atomsib.ru*

Изотопы лития-7 находят широкое применение в ядерной энергетике. Соединения лития, обогащенные по данному изотопу, используются в реакторах PWR для поддержания водно-химического режима. Кроме того, литий-7 является одним из компонентов теплоносителя в высокотемпературных жидкосолевых реакторах.

В настоящее время технологией обогащения лития-7, применяемой в промышленных масштабах, является ртутно-амальгамная. Однако данный способ имеет ряд недостатков: значительные потери ртути в процессе обогащения, отрицательное воздействие на экологию и высокое энергопотребление. Наиболее перспективным методом, способным заменить существующую технологию, является экстракционный процесс обогащения лития-7, оформленный в виде противоточных каскадов из разделительных элементов 2-го типа, в которых в водной фазе содержатся соли лития, а в органической – экстрагент, способный образовывать с литием достаточно прочные соединения, растворенный в специальном разбавителе. Важной составляющей при создании технологии обогащения лития-7 является определение оптимальной экстракционной системы. Относительно аниона соли лития и экстрагента в мировой практике проведено достаточно много исследований [1], отмечены наиболее подходящие компоненты. Однако вопрос выбора оптимального разбавителя для экстракционной системы процесса разделения изотопов лития остается актуальным.

В данной работе представлены данные по использованию нитробензола в качестве растворителя, сделаны выводы об эффективности его применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brozek K., Fan L., Folsom M., Kim J., Zeisner J. Lithium Isotope Enrichment: Feasible Domestic Enrichment Alternatives. Tim Ault. Department of Nuclear Engineering University of California, Berkeley Report UCBTH-12-005.5 May 2012, pp. 1 – 49.

Boldyshev D.V., Zaitsev D.V., Grachev E.K., Kazantseva T.Yu.

HYDROGEN EMBRITTLEMENT AS A KEY PROCESS IN MAGNETIC RECYCLING TECHNOLOGY

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: danyaboldysev@gmail.com*

The annual rate of rare-earth element (REE) mining is increasing due to the growing demand of producing magnets based on rare-earth metals (REMs). As a result, mining sources are depleted and a number of problems arise. These are attempts to find new sources, purchase of material from other countries, etc.

The issues mentioned above require the development of a new approach to magnetic materials at all stages of manufacturing, operation and processing. No country in the world can currently provide a well-functioning recycling mechanism for spent magnetic materials.

Therefore, it is important to develop an efficient recycling technology providing high quality magnetic materials. Having analyzed a series of researches, it was found that for SmCo and NdFeB alloys the magnetic properties of the final product decrease when hydride embrittlement is carried out at temperatures above 50 degrees. Having considered the technologies of recycling and hydrogen embrittlement processes as a basis, a radically new mechanism of alloy hydrogen embrittlement with the above composition was suggested.

The mechanism includes preliminary isothermal annealing (heat treatment) in vacuum to obtain an activated surface. The investigated hydrogen dispersion process was carried out at low temperatures and pressures (25-50°C and 25-100 kPa, respectively).

According to the conditions of the described heat treatment and hydrogen dispersion processes, the hydrides of alloy powders (Nd,Pr,Dy,Tb)(Fe,Co) with high REM content were obtained which were applied as a high-coercive agent in solid-phase alloying processes.

Some details of the whole technology including theoretical and experimental studies, will be presented by the authors at the conference.

REFERENCES

1. *Miha Zakotnik, Catalina O. Tudor, Laura Talens Peiró, Peter Afiuny, Ralph Skomski, Gareth P. Hatch.* Analysis of energy usage in Nd–Fe–B magnet to magnet recycling. *Environmental Technology & Innovation*. Volume 5, April 2016, Pages 117-126.

*Kikenina I.K., Shachneva M.I., Gracheva D.K., Grachev E.K.,
Muslimova A.V., Zaitsev D.V., Boldyshev D.V.*

INVESTIGATION OF REFINING THE SURFACE OF MAGNETIC ALLOYS BY CHEMICAL ETCHING PROCESS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: irinakikenina@gmail.com*

Currently, to improve the quality of recycling of spent NdFeB magnetic alloys, a refining process is used, which includes chemical etching. The surface of magnetic alloys is subject to corrosion, oxidation and formation of iron scale during operation. Such unwanted impurities interfere with the subsequent process of hydride dispersion and reduce the magnetic properties of the alloy. The chemical etching process removes unwanted impurities from the surface of the material, improves the quality of the recycled magnet, and produces a non-oxidized powder that will have the smallest particle size.

Chemical etching of rare earth metals is carried out using aqueous and alcoholic solutions of hydrochloric and nitric acids, followed by washing in alcohol or acetone. The use of alcoholic solutions of nitric acid as an etching solution gives negative indicators, because the passivation of the alloy surface with a nitride film occurs. Aqueous solutions of hydrochloric acid give the best result. The material is completely released from excess oxygen during the entire recycling process.

To determine the amount of oxygen released after etching, the plumes of the studied rare-earth material are created, with subsequent study of their microstructure and identification of the amount of undesirable impurities contained on its surface.

With the help of a scanning electron microscope, it is possible to identify the most optimal mode of rare earth metals etching. Scanning electron microscope allows you to determine the microstructure of the alloy section, as well as to detect the amount of oxygen on the surface of the material before and after etching.

The topic will be covered in more detail in the report. The authors will consider the etching process of spent NdFeB magnetic alloys and its effect on the recycling process of these alloys.

Koshelskaya A.S., Kazantseva T.Yu.

XENON. DANGEROUS PRESENCE IN NUCLEAR REACTORS AND PEACEFUL APPLICATIONS IN MEDICINE

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: e-mail: bvp8ee6k@gmail.com*

The reactor of a nuclear power plant and the uranium fission produce an important decay product, iodine. Beta decay results in xenon, which is the most dangerous toxic agent in a reactor.

Xenon quite easily absorbs neutrons and has a huge sorbtion cross section. As compared to ^{235}U , xenon has a cross section 3.7 thousand times larger, and the probability of neutron sorbtion by xenon is much higher. When xenon absorbs neutrons, it becomes stable and burning can start. At steady power levels, it does not cause problems as the xenon level reaches equilibrium.

At reduced power levels, fewer neutrons are available to burn xenon resulting in its accumulation. The experimental study of radioactive xenon extraction is complicated. However, based on the currently available theoretical and computational works, we can state that the extraction of xenon is possible in theory as well as in practice.

But the application of xenon can have peaceful purposes, particularly, in medicine. First, xenon is applied as an anesthetic gas for general patient anesthesia. It is due to its high solubility in blood, which enables it to reach the required concentration in the body as fast as possible and to eliminate it quickly after surgery. Second, as a safe non-addictive drug with no harmful effects on the human body. Third, due to its property of inertness, it can be used as a luminaire filler, especially for shooting, to create bright and clear light. It is an essential component in light signs and advertising floodlights.

Xenon is a unique gas with a variety of applications. Despite the potential risks connected with its use in nuclear reactors, peaceful medical and other applications of xenon are safe and efficient. Therefore, it is now important to continue researching and using the gas considering all its features and advantages to maximize its capability and minimize possible risks.

Kuznetsova A.A.

PLASMA-CHEMICAL SYNTHESIS OF TOLERANT URANIUM-THORIUM NUCLEAR FUEL

*Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
aak264@tpu.ru*

One of the priority areas of nuclear energy in Russia is the creation of nuclear fuel that is resistant to emergency situations. Such fuel is called tolerant (Accident tolerant fuel). A promising type of ATF fuel is uranium-thorium dispersive nuclear fuel, consisting of fissile material (uranium dioxide, thorium dioxide) uniformly distributed in a matrix (magnesium oxide, aluminum oxide) with high thermal conductivity and a small thermal neutron capture cross section [1].

The use of plasma-chemical synthesis to obtain fuel oxide compositions has a number of advantages compared to the methods used, such as: single-stage, homogeneous phase distribution, compactness of process equipment and low energy and labor costs [2].

The paper presents the results of thermodynamic modeling of the process of plasma-chemical synthesis of fuel oxide compositions from water-organic nitrate solutions, including an organic component (acetone), aqueous solutions of nitrates of fissile (uranium, thorium) and matrix (magnesium, aluminum) metals.

The optimal compositions and optimal regimes of processing of water-organic nitrate solutions were determined, which provide energy-efficient processing and ensure direct synthesis of fuel oxide compositions «UO₂-ThO₂-MgO» and «UO₂-ThO₂-Al₂O₃» in an air-plasma flow.

The results of the studies carried out can be used to create an energy-efficient technology for plasma-chemical synthesis of nanostructured oxide fuel compositions from dispersed water-organic nitrate solutions for tolerant nuclear fuel.

REFERENCES

1. *Алексеев С.В., Зайцев В.А., Толстоухов С.С.* Дисперсионное ядерное топливо. – М.: Техносфера, 2015. – 248 с.
2. *Karengin A.G., Karengin A.A., Kuznetsov S. Yu., Novoselov I. Yu., et al.* Plasma-chemical synthesis of nanostructured oxide compounds for accident tolerant fuel // Russian Physics Journal. – 2022. – Vol. 65. – №. 4. – P. 677-872.

Mekhryakov I.K., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu.

STUDY OF DEVELOPING AND COMPARING THE REMIX FUEL CHARACTERISTICS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: mehryakov2000@mail.ru*

Closing the nuclear fuel cycle will enable nuclear power to become environmentally friendly and competitive with other methods of energy generation.

One of the ways to close the fuel cycle is to process the entire uranium and plutonium without separating them, as well as to add enriched natural uranium with about 16-17% of ^{235}U . It is a regenerated mixture (REMIX) of fuel.

Typically, about 1% of spent fuel is plutonium, and about 2/3 of that plutonium is fissile (about 50% ^{239}Pu , 15% ^{241}Pu). Worldwide, about 70 tons of plutonium contained in spent fuel are removed annually when loading reactors with fresh fuel.

The REMIX fuel is produced from a mixture of spent uranium and plutonium without separating them, as well as enriched natural uranium with about 16-17% ^{235}U . Hence, the fuel with about 1% ^{239}Pu and 4% ^{235}U having a burnup of 50 GW/t for four years is obtained. In four years, the spent REMIX fuel will be composed of about 2% ^{239}Pu and 1% ^{235}U , and when cooled uranium and plutonium are recycled after adding low-enriched uranium. The waste is vitrified and stored for geological disposal.

The use of REMIX fuel compared to the open fuel cycle reduces the consumption of natural uranium in PWRs approximately at 20% for every recycling. REMIX might be a substitute for current reactor fuel, but unlike MOX to produce fuel is more expensive due to high activity levels compared to UO_2 fuel, the increase in value is 25-30%.

The REMIX fuel assembly of the PWR-1000 will only contain 86 kg of fresh enriched uranium instead of 433 kg.

In the future, natural uranium resources will be eventually exhausted and therefore a closed nuclear fuel cycle must be implemented.

REFERENCE

1. *Iu.S. Fedorov, B.Ia. Zilberman, B.A. Bibichev. Vozmozhnost resheniia problemy obrashcheniia s OIaT s pomoshchiu mnogokratnogo retsikla REMIKS topliva v teplovykh reaktorakh, 2012.*

Potaptseva A.A., Bogdanova S.A., Kazantseva T.Yu.

THE STUDY OF HIGH EFFICIENT LIQUID CHROMATOGRAPHY IN NUCLEAR POWER

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: potaptsevaanna@yandex.ru*

Chromatography is one of the most advanced methods of separation and analysis of multicomponent mixtures for toxic and biogenic ions in natural, drinking and waste waters, as well as manufacturing solutions.

Ion chromatography is a special type of efficient liquid chromatography combining ion-exchange separation of ions and conductometric determination of chromatographically divided ion concentration. The significant advantages of the method are as following: high accuracy, sensitivity, the capability to determine small substance concentrations, a relatively simple apparatus design, and expressiveness.

The advances of ion chromatography have been focused interest by thermal and nuclear power engineering as a common method to solve the problem of determining the micro concentrations of ionic impurities in aqueous media. First of all, it concerns the concentration of impurities of highly corrosive chloride, fluoride- and sulfate- ions. In this case, determination of anions by standard methods (potentiometry or photometry) will be followed by great challenges as it is required to develop methods for defining each anion separately.

The aim of the research work is to study the physicochemical basis for determination of anions (Cl^- , F^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) by high efficient liquid chromatography (HELC) in the following analyzed samples as drinking and natural waters including both surface and underground water supplies.

Shachneva M.I., Molokov P.B., Kazantseva T.Yu.

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NITROGEN TRIFLUORIDE APPLYING IN MICROELECTRONICS

*Seversk Technological Institute
National Research Nuclear University MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: shachnevamr@yandex.ru*

Nitrogen trifluoride (NF₃) is colorless, toxic gas, insoluble in water and with slightly musty odour. At normal conditions it is inert gas, and at high temperatures it is a strong oxidizing agent comparable to fluorine.

In the world today, nitrogen trifluoride finds its application in microelectronics as a fluorinating agent in organic syntheses. Nitrogen trifluoride of 99.999% purity is used as reaction gas in plasma-chemical etching processes for manufacturing powerful microprocessors and decontaminating CVD reactors. Gas of less purity (99.9%) is applied to purify vapor deposition chambers and to produce panel displays.

One of the main requirements for nitrogen trifluoride applying in microelectronics is purity of the product. The main contaminants of nitrogen trifluoride are hydrogen fluoride (HF), tetrafluoroethane (CF₄), nitrogen (N₂), carbon dioxide (CO₂) which amount must be minimized. To ensure the required low level of impurities in the final product it is necessary to carefully choose the methods for obtaining nitrogen trifluoride.

Currently, several methods for the synthesis of nitrogen trifluoride are known, however, two main technologies used in industry to produce the gas can be highlighted. These are methods for obtaining acidic ammonium fluoride melt by electrolysis and direct ammonia fluorination in acidic ammonium fluoride melt. The synthesis methods enable to obtain nitrogen trifluoride of required properties at the output and the minimum percentage of impurities needed at the market.

In the report, the author will demonstrate the results of the analysis of the properties and methods for synthesis of nitrogen trifluoride to apply in microelectronics.

Shcherbina D.S., Karengin A.G., Kuznetsov S.Yu.

MODELING OF THE PROCESS OF PLASMA-CHEMICAL SYNTHESIS OF OXIDE COMPOSITIONS FROM WATER-ORGANIC NITRATE SOLUTIONS FOR TOLERANT REMIX FUEL

Tomsk Polytechnic University, 634034, Tomsk, Lenin av. 30

E-mail: karengin@tpu.ru

The use of nuclear fuel from UO_2 enriched in the isotope ^{235}U is limited by natural resources of $^{235}UO_2$ [1]. The use of $^{235}UO_2$, $^{238}UO_2$ and $^{239}PuO_2$ isotopes from waste nuclear fuel for making REMIX-fuel would not require expensive isotopic enrichment, but it has the disadvantage of low thermal conductivity.

It is promising to create an emergency-resistant REMIX fuel in the form of fuel oxide compositions (FOC) containing inclusions of uranium dioxide and plutonium dioxide, evenly distributed in an oxide matrix with high thermal conductivity and a small neutron capture cross-section. An energy-efficient plasma-chemical synthesis of FOC in air plasma from dispersed water-organic nitrate solutions (WONS), including an organic component (alcohols, ketones) and having an adiabatic combustion temperature T_{ad} of more than 1500 K is proposed [2].

As a result of calculations the compositions of ethanol (acetone) based WONS solutions including fissile (uranium, plutonium) and matrix (magnesium) metals and providing the synthesis in air plasma « PuO_2-UO_2-MgO » of different composition were determined.

$$\alpha = \frac{(PuO_2 + U^{235}O_2)}{(PuO_2 + UO_2)} = 0,033 (0,044).$$

The work presents the results of thermodynamic modeling of the process of plasma-chemical synthesis of FOC in air plasma from WONS including an organic component (acetone and ethanol). The compositions of the WONS solutions with adiabatic combustion temperature not less than 1500 K, as well as the modes of their processing, providing energy-efficient synthesis in air plasma of FOC « PuO_2-UO_2-MgO » of different composition with mass fraction of matrix from 5 to 50 % were determined.

REFERENCE

1. Alexeev S.V., Zaitsev V.A., Tolstoukhov S.C. Dispersed nuclear fuel. - Moscow: Technosphere, 2015. - 248 p.
2. Novoselov I.Yu., Karengin A.G., Shamanin I.V. e.a. Plasmachemical synthesis of nanopowders of yttria and zirconia from dispersed water-salt-organic mixtures // AIP Conference Proceedings. 2018. – Vol. 1938. – P. 1–7.

Zaitsev D.V., Grachev E.K., Boldyshev D.V., Kazantseva T.Yu.

PHYSICOCHEMICAL FEATURES OF HYDROGEN EMBRITTELEMENT OF RARE-EARTH METALS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
email: sumpron@yandex.ru*

Consumption of permanent magnets based on rare-earth metals (REM) is steadily growing. As a consequence, the magnetic industry faces an urgent task of recycling spent magnetic alloys.

One of the methods of recycling secondary magnetic alloys is the technique of hydrogen embrittlement (decrepitation), which involves obtaining powders of REM alloys by reacting with hydrogen. This method avoids the disadvantages of grinding, and is one-stage and cheap in a cost-effective way.

The objective of the study is to investigate the physicochemical features of the process of hydrogen embrittlement of REM-based magnetic alloys, the dependence of the reaction rate of hydrogen with the metal on pressure and temperature, and the analysis of the model of surface processes running in the «REM-hydrogen» system.

Thus, it has been found that the best chemisorption values for the «REM-hydrogen» systems are observed at temperatures similar to room temperature. During heat treatment of metal, chemisorption nodes – defects of the alloy surface - are formed. The dissociation of hydrogen molecules into atoms proceeds close to the chemisorption nodes. Since hydrogen atoms, unlike molecules, have more energy, they are not affected by the energy of pressure and temperature, and the hydrogen atom penetrates to the chemisorption node only with its own energy. Therefore, it is assumed that the hydrogen absorption value is higher at room temperature and under low pressure.

In the report the authors will present some features of reaction of REM-based magnetic alloys with hydrogen, show the best empirical parameters of the hydrogen embrittlement process, as well as the applicability of the data obtained to improve the manufacturing process of REM powders by hydrogen embrittlement.

*Секция
Оборудование и автоматизация ядерно-химической
технологии*

*Адонин Н.Р.², Ефремов А.А.¹, Колотихин Е.И.¹, Филипас А.А.¹,
Щипков А.А.²*

АНАЛИЗ ДАННЫХ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОГРУЖНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СПВ С ЦЕЛЮ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ

*¹Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: tpi@tpi.ru,*

*²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ssti@terphi.ru*

В настоящее время добыча урана производится двумя методами: шахтным способом и методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Последний, в настоящее время, получает все большее распространение, поскольку является более экономичным, безопасным и экологичным. Добычный комплекс урана методом СПВ предполагает наличие системы автоматического контроля и управления, работающей в режиме реального времени. Погружные центробежные насосные агрегаты (НА) и их системы управления являются ключевым элементом добычного комплекса урана методом СПВ. Текущую оценку их работоспособности непосредственно в ходе эксплуатации можно производить на основе мониторинга показателей работы НА, используя для этого различные методы обработки и анализа данных.

В данной работе рассматривается метод, позволяющий определить и детализировать неисправности системы автоматизированного управления (СУ) НА, вызванные нештатной работой измерительных каналов. Они могут быть связаны с недопустимой погрешностью измерений датчиков, ошибками монтажа, ошибками при калибровке датчиков и т.п. Подобные неисправности зачастую не фиксируются штатными системами контроля работоспособности СУ НА. В основе предложенного метода лежит текущая оценка корреляции зависимых показателей работы НА, контролируемых СУ НА, значение корреляции которых ожидается высоким, (ток – мощность, частота – расход, расход – уровень и т.п.). При выявлении значений корреляций значительно ниже ожидаемых, можно с высокой вероятностью говорить о неполадках в каналах измерения соответствующих показателей. Для выявления аномалий корреляций используются различные приемы, опробованные на анализе реальных данных, полученных от СУ НА.

Григорьев Д.А., Логинова Е.С.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ssti@mephi.ru*

Альтернативные источники энергии (АИЭ) пользуются популярностью, но в основном их применение ограничивается в быту, для домашнего использования и то, в редких случаях, не говоря уже об использовании АИЭ на промышленных предприятиях, например на нефтегазовом предприятии. Использование АИЭ позволило бы уменьшить выбросы вредных веществ, которые появляются в результате использования традиционных источников электроэнергии.

Целью данной работы является анализ и оценка возможности использования АИЭ на нефтегазовом промысле – Северо-Останинском нефтегазоконденсатном месторождении, расположенном в Парабельском районе Томской области.

В ходе работы оценивается возможность использования ветрогенераторов и солнечных панелей как источников питания и зарядки аккумуляторных батарей как по отдельности, так и при их совместном использовании, с учетом их территориального расположения, среднегодовой скорости ветра и количеством солнечных дней в году. Исходя из расчетов, потребление энергии аккумуляторными батареями равняется 2,7 кВт·час/сутки. Для покрытия данного значения на протяжении всего года, путем расчета определили, что для данной местности целесообразно использование солнечных панелей SilaSolar мощностью 550 Вт в количестве пять штук и общей площадью 12,9 м², либо трех ветрогенераторов НУ-600 с высотой мачты 10 метров. Для решения проблемы нерегулярности и непостоянства получения электроэнергии от АИЭ предлагается совместная установка солнечных панелей и ветрогенераторов. Подключение АИЭ предлагается к уже имеющемуся на предприятии источнику бесперебойного электропитания с включенным в себя инвертором и контроллером.

В заключении работы говорится о неоднозначности использования АИЭ, приводятся положительные и отрицательные аргументы с технической и экономической точки зрения.

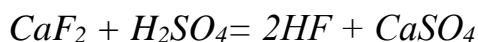
Захарова Е.А., Зарипова Л.Ф.

УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРОВОДОРОДА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томская обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: zakharovamarch_li@icloud.com

Практическое применение фтороводорода (HF) довольно разнообразно. Безводный фтороводород используется, главным образом, в современной промышленности в качестве фторирующего агента. Фтороводород используют при производстве фторидов урана, озонобезопасных фреонов, электронных газов, фторорганических веществ, криолита и т.д.

Среди многочисленных способов получения HF наибольшее промышленное значение имеет процесс сернокислотного разложения плавикового шпата (CaF_2), протекающий по реакции:



Технологические операции, осуществляемые на заводах по производству безводного HF сернокислотным разложением CaF_2 , можно сгруппировать следующим образом: собственно сернокислотное разложение; конденсация HF из реакционных газов; очистка HF от примесей; обезвреживание отходов и утилизация побочных продуктов.

Наиболее концентрированный по HF реакционный газ получается в реакторах разложения с косвенным электрическим обогревом при температуре 250 °С. Реактор разложения представляет собой установленный под углом 1-2° к горизонту вращающийся со скоростью 1-2 об/мин барабан, выполненный из стали марки 12Х18Н10Т, футерованный сталью ЭИ-943. Барабан на 70 % его длины помещен в греющую камеру, снабженную в нижней части ТЭНами. Трехзонный обогрев обеспечивает температуру в греющей камере 500-600 °С. Проведено конструирование и расчет барабанной вращающейся печи с трехзонным электрическим обогревом мощностью $N=340$ кВт. Диаметр печи $D=1340$ мм и длина $L=18$ м.

Конденсация полученного реакционного газа осуществляется в кожухотрубчатом теплообменнике, охлаждаемом 20 % раствором хлорида кальция с начальной температурой -20 °С. Проведено конструирование и расчет двухходового теплообменника диаметром $D = 680$ мм и высотой $H = 3500$ мм. Производительность аппарата 1000 кг/ч по HF , поверхность теплообмена 48 м².

Зимин А.А., Панфилова М.В.

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩА РАДИОЦИОННО - ОПАСНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ОБНИНСК

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томская обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bolyle558@gmail.com*

Работы по выводу из эксплуатации ядерных установок, радиационно- опасных объектов (РАО), хранилищ РАО являются сравнительно новым направлением, которое будет актуальным в течение длительного времени. Данная тематика тесно связана с важнейшим направлением работы Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Эта деятельность направлена на ликвидацию объектов «ядерного наследия», создание механизмов прекращения их деятельности, защиты персонала, населения и окружающей среды.

В ходе выполнения оценки радиационно-гигиенической обстановки проводились следующие исследования: оценка состояния физических барьеров хранилищ (емкостей) твердых и жидких РАО; оценка радиационной обстановки территории хранилищ до и после рекультивации; измерение удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в грунтовых и подземных водах, керне, грунтах, строительных конструкциях.

В результате исследования получены данные о мощности дозы γ -излучения на территории, площадках расположения хранилищ РАО, удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в подземных и грунтовых водах, керне, грунте, строительных конструкциях. Показано, что в подземных водах содержание ^{90}Sr варьировало от 0,25 до 0,4 Бк/кг, а ^{137}Cs – ниже пределов обнаружения (0,01 Бк на пробу). Установлено, что распределение ^{90}Sr и ^{137}Cs в почве (керне), слагающей верхнюю часть разреза территории, характеризуется крайней неравномерностью. После рекультивационных работ, содержание радионуклидов в почве и подземных грунтовых водах находилось на уровне фоновых значений [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности.-НРБ-99.-М., 2009.
2. Сафронов В.Г. \ \ Безопасность окружающей среды. - 2009.-№3-с. 44-47.

Ильинский П.Е.

О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗАГАЗОВАННОСТИ НА ХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томская обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Lanser200.iljinsky@yandex.ru*

Загазованность — изменение состава воздуха в сторону заметного увеличения содержания в нем любого из газов (в том числе обычно входящих в состав атмосферы) против обычной нормы, установленной согласно гигиенической регламентации.

Гигиеническая регламентация также прописывает санитарно-гигиенические нормативы содержания вредных веществ в воде, почве, в растениях, продуктах питания, материалах и предельно допустимую их концентрацию (ПДК).

ПДК – концентрация, которая при ежедневной работе (кроме выходных) в течение 8 часов или другой продолжительности, в течение всего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений показателей здоровья. Также существует максимально разовая предельно допустимая концентрация для загрязненного воздуха.

Стремление к избеганию заболеваний определяет необходимость контроля загазованности воздуха. Для этого часто применяют метод отбора проб в зоне дыхания для выполнения технологических процессов с помощью хроматографов или газоанализаторов. Фактические значения вредных веществ сопоставляют с ПДК.

Основным источником загазованности в Северске и Томской области является Сибирский Химический Комбинат. Фтористые соединения, аммиак и азотная кислота – основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу заводами комбината [1].

Газоанализаторы, подходящие для контроля загазованности в нашей области, имеют важный недостаток – все они требуют специального внимания и обслуживания при каждом измерении. Поэтому возникает необходимость разработать систему автоматизированного измерения загазованности и каталогизации полученных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчёт по экологической безопасности АО «СХК» за 2019 год. URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/f50/f503b920992ee93f8318c8916351c41d.pdf> (дата обращения 02.04.2023).

Катаев М.Ю.¹, Карташов Е.Ю.²

ВОЗМОЖНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО КОНТРОЛЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ

*¹ Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томская обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kart.62@yandex.ru*

*² Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
e-mail: kty@asu.tusur.ru*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) могут использоваться в разнообразных направлениях промышленных и строительных площадок, например, для охраны периметра площади, контроля этапов строительства, оценки поверхности высотных объектов, в том числе и зданий. Особенно важным является мониторинг опасных объектов, таких как трубы, градирни, высотные здания, крыши, линий электропередач и др., так как при осмотре таких объектов человеком высока вероятность несчастных случаев. В качестве цифровых камер могут быть RGB цифровые камеры, мультиспектральные камеры, инфракрасные камеры и лазерные сканаторы. С помощью этих измерительных приборов можно выявлять области на поверхности, где развиваются дефекты (например, трещины), нагрев (утечки тепла), участков, подверженных коррозии и т.п. Своевременное выявление таким проблем поможет предотвратить опасные для жизни персонала и окружающих ситуации, снизить производственные риски, а также избежать дорогостоящие ремонтные работы, реконструкции за счет своевременного обнаружения проблемных ситуаций.

Во время облёта контролируемого объекта БПЛА фиксирует изображения поверхности, которое передаётся в режиме реального времени на пульт оператора. После выполнения полета получаемое панорамное изображение изучается с помощью методов компьютерного зрения на наличие дефектов. Полученные дефекты протоколируются и запоминаются. Далее, при мониторинговом осмотре объекта (градирни) получают наборы панорамных изображений, которые можно сравнивать между собой и оценивать развитие ранее выявленных дефектов и появление новых.

Корсак К.С., Панфилова М.В.

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩА РАДИОЦИОННО - ОПАСНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА КИРОВО-ЧЕПЕЦК

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томская обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: karina_korsak@bk.ru*

В настоящее время, в Российской Федерации более 1500 предприятий и радиационно-опасных объектов атомной отрасли и народного хозяйства, которые необходимо выводить из эксплуатации (ВЭ), их производственные помещения дезактивировать, а территории реабилитировать. Основным направлением кирово-чепецкого химического комбината была переработка уранового сырья и производства сопутствующей продукции. В 1991 году встал вопрос о ВЭ РОО кирово-чепецкого отделения ФГУП «РосРАО».

Основными требованиями ВЭ были перевод указанных объектов в безопасное состояние, защита населения окружающей среды от радиационного воздействия, безопасное обращение с радиоактивными отходами. Здания, имеющие незначительные (локальные) загрязнения, должны быть дезактивированы и снесены в первую очередь как «чистые» строительные объекты.

Для объектов со значительным загрязнением, проектом предусмотрен демонтаж оборудования с использованием специальных технологий, обеспечивающих минимизацию аэрозольного загрязнения воздуха, таких как: устройство защитных экранов из двух слоев полиэтиленовой пленки над демонтируемыми зданиями и разборка их под защитными экранами; пылеподавление при проведении работ по демонтажу, сортировке и удалению отходов с применением пыле подавляющих защитных полимерных покрытий; дезактивация поверхностей внутри помещений перед разборкой. После демонтажа всех зданий и временных объектов запланирована рекультивация земель: отсыпка территории слоем плодородной почвы и озеленение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев В.В., Абакумова А.С., Крянев А.В. Обоснование выбора варианта вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. –2018. – № 2. – С. 24–28.

Кочергин М.И.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕД МОДЕЛИРОВАНИЯ ЯДЕРНО-ХИМИЧЕСКИХ И ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники,*

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

e-mail: maksim.i.kochergin@tusur.ru

В работе [1] приведён обзор 19 программных средств технико-экономического моделирования ядерно-энергетических систем, например, ППМ ЯЭС (ИАТЭ/НИЯУ МИФИ), ROADMAPS-ET (МАГАТЭ) и др. В работе [2] приводится аналитический обзор пакетов моделирования химико-технологических систем, таких как ChemCad, Aspen Hysys и др. Также необходимо отметить примеры создания моделей с применением нескольких дополняющих друг друга систем, например, пакета SimInTech и расчётного кода Priset [3].

Целесообразной представляется разработка универсального инструмента для создания как технико-экономических моделей, так и моделей технологических систем (учитывая общность ядерно-химических и химико-технологических систем), способного заменить большое количество перечисленных пакетов, решающих узкие задачи. Подходящей основой является среда моделирования MAPS [4], позволяющая в отличие от других пакетов строить как технико-экономические модели, так и многоуровневые модели технологических процессов и средств автоматизации их управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программные комплексы технико-экономического моделирования, анализа и оценки систем ядерной энергетики и объектов использования атомной энергии: каталог / Андрианов А.А., Валуев О.Н., Гурин А.В., Квятковский С.А., Косоуров Е.К. и др. – М.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2021. – 86 с.
2. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Михайлова П.Г. Современное состояние в области анализа, синтеза и оптимального функционирования многоассортиментных цифровых химических производств: аналитический обзор // Теоретические основы химической технологии. – 2021. – Т. 55. – № 2. – С. 154-187.
3. Комплексной модели ИЯУ МБИР с использованием среды динамического моделирования SimInTech и расчетного кода Priset / И.А. Паршиков, Ю.А. Долгов, И.А. Ларионов, А.М. Щекатуров // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2016. – № 4. – С. 133-145.
4. Среда многоуровневого компьютерного моделирования химико-технологических систем / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017. – 332 с.

Кривошеин Д.В.¹, Логинова Е.С.²

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ПОЛЯРНОЙ СТАНЦИИ

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

*²Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: ssti@mephi.ru*

Станция "Восток" - исследовательская база в Антарктиде, требующая независимого источника питания для поддержки своих операций. Для этого используются различные методы выработки электроэнергии, которые обеспечивают ее самодостаточность в условиях экстремальной изоляции. Перейдем к некоторым из этих методов.

Цикл выработки электроэнергии на станции начинается с доставки дизельного топлива, которое хранится в топливных баках рядом со станцией. Затем топливо перекачивается по трубопроводу с подогревом на электростанцию, где оно используется для питания четырех дизельных генераторов станции. Генераторы вырабатывают электроэнергию, которая распределяется по всей станции через систему распределения электроэнергии. Но так как станция зависима от поставок дизельного топлива, требуется альтернативный источник энергии такой как солнечные панели или ветряные генераторы. Однако эти возобновляемые источники энергии ограничены по своей мощности из-за экстремальных погодных условий в данном районе. При перепадах скорости ветра в 50-60 метров в секунду возможно эффективное использование ветряных генераторов, это позволит снизить расход дизельного топлива. Полностью же отказаться от дизельных генераторов не предоставляется возможным из-за соображений безопасности. Установка 4 типовых ветрогенераторов номинальной мощностью в 2,5 киловатта частично покрывает нужды станции.

Цикл выработки электроэнергии на станции "Восток" очень важен. Используются дизельные генераторы, так как возобновляемые источники энергии в этом районе ограничены. Но использование ветряных генераторов может увеличить возможности и независимость станции от дизельных генераторов.

Макимова Н.К., Малиновская Т.Д., Черников Е.В., Сергейченко Н.В.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СЕНСОРЫ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И МУЛЬТИСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ИХ ОСНОВЕ

*Сибирский физико-технический институт ТГУ,
634050, г.Томск, пл. Новособорная, 1
e-mail.: itc@spti.tsu.ru*

Выполнены исследования, направленные на развитие физических принципов и технологических решений для создания оригинальных высокочувствительных сенсоров, основанных на тонких нанокристаллических пленках диоксида олова, способных детектировать следы паров нитросодержащих взрывчатых веществ (ВВ): 20–30 ppt гексогена (ГГ) и 10–15 ppb тринитротолуола (ТНТ).

Сенсоры были изготовлены методом магнетронного распыления на постоянном токе с использованием нескольких этапов фотолитографии. Для измерения параметров сенсоров под воздействием насыщенных паров взрывчатых веществ была изготовлена оригинальная специальная кварцевая камера. Были исследованы сопротивление R_0 и проводимость G_0 пленок в чистом воздухе, а также эти параметры под воздействием паров TNT и ГГ R_1 (G_1) в зависимости от рабочей температуры в режимах постоянного и импульсного нагрева. Установлено, что для обнаружения следов тротила и гексогена целесообразно использовать легированные сурьмой пленки $\text{SnO}_2:\text{Sb}$, с нанесенным на поверхность трехслойным дисперсным катализатором Au/Pt/Pd, с платиновыми электродами и нагревателем, нанесенным на обратную сторону подложки.

Установлены процессы, ответственные за формирование отклика при диссоциативной адсорбции молекул взрывчатого вещества на поверхности чувствительного элемента. Признаком наличия взрывоопасных паров в атмосфере является увеличение сопротивления сенсора, работающего при более низкой температуре 190–220 °С (выделяется NO_2), и падение сопротивления сенсора, работающего при более высокой температуре 340–350 °С (преобладает органическая основа молекулы ВВ). При создании экспресс-метода обнаружения паров ВВ в режиме реального времени без трудоемких операций пробоотбора и пробоподготовки использовали прототип мультисенсорной системы на основе цепочки из двух идентичных сенсоров, работающих при разных температурах.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Томского государственного университета (Приоритет-2030).

Меренков В.К., Карташов Е.Ю.

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ДЕАЭРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: merenqwas@mail.ru*

Одним из основных потребителей воды является атомная промышленность, которая в настоящее время использует более 50% всего объёма потребления. Перед подачей промышленной воды на нужды производства, она должна пройти несколько стадий очистки, обезгаживания, соблюдая все установленные нормы и стандарты качества. Все мероприятия по очистке воды необходимы для удаления коррозионно-активных газов, к ним относится кислород O_2 и диоксид углерода CO_2 , взаимодействие которых с металлом приводит к реакции окисления и образования оксида на стенках химических аппаратов, что в последствии ведёт к деструкции металла

В первой половине прошлого века коррозия уничтожила до 40% от общего объёма производимой стали. Технологически установлено, что металлоконструкции работают в агрессивных средах (до 40-50 %), в слабо агрессивных (до 30 %) и примерно 10 % не требуют активной антикоррозионной защиты. Наибольшие потери от коррозии приходятся на топливно-энергетический комплекс, химию и нефтехимию, сельское хозяйство.

В данном исследовании, мы пришли к тому, что экономически целесообразно использовать систему дегазации для уменьшения экономических потерь из-за высокого износа оборудования.

В схеме используются следующие аппараты:

– Два вида фильтра, это осветительный и сетчатый. Оба аппарата выполняют роль фильтрации воды, с применением дроблёного антрацита и использованием металлической нержавеющей сеткой.

– Деаэрационная колонна и бак для деаэрации. Это главные элементы разрабатываемой схемы, которые нужны для дегазации воды.

– Несколько видов баков, для хранения и смешивания технологических и промышленных вод.

– Подогреватель пароводяной, необходимый для подогрева жидкости.

Основываясь на принципе работы вышеперечисленных аппаратов, была спроектирована схема по дегазации воды, где главную роль играет деаэратор барботажный, который выполняет главную функцию всей системы – дегазация жидкости.

Мерзляков К.А., Карташов Е.Ю.

СОЗДАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ РАКЕТНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРЕ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: AtomicStudent@yandex.ru*

В настоящее время нормы и критерии безопасности АЭС и других атомных производств достигли очень больших значений, но опасность возникновения чрезвычайной ситуации всё ещё существует, хотя и существенно ниже, чем было десятилетия назад. В каждый момент времени надо быть готовым к возникновению различного рода опасных ситуаций. В случае выброса радионуклидов в атмосферу необходимо проводить быстрый мониторинг окружающей среды, чтобы свести урон для населения и экологии к минимуму.

Для этих целей используют беспилотные летательные комплексы, для развёртывания которых требуется определённое время, а информацию надо получать как можно быстрее. Поэтому для успешного решения этой задачи было предложено использование ракетной техники, запуск которой не требует длительной подготовки. А также датчики, установленные в корпусе ракетной техники, позволяют оперативно считывать информацию в режиме реального времени и выводить её на пульт оператора.

Исходя из изложенного, была разработана автономная ракетная система, которая собрана в виде фермы из датчиков GY-BMP280-3.3, MPU6050, а также мини-камеры SQ11. Ферма прикреплялась к парашютной системе с размерным диаметром 1 метр, страховочным фалом и распределительным кольцом. Сам корпус изготовлялся из жесткого картона, состоящий из 2 сегментов (реактивный модуль и транспортный модуль). К корпусу через обтекатель был прикреплён отдельный парашют, который предназначался для более безопасного спуска после отделения транспортного модуля с датчиками в атмосфере для сбора информации по радионуклидам. В ракетную систему устанавливался штатный двигатель РД1-100-7М с максимальной тягой в 110 Н.

В ходе проведённых испытаний из-за ряда технических проблем во время полёта не произошло разделение модулей, но при этом парашютная система для спасения всей ракетной системы сработала штатно. В результате запуска была достигнута высота в 931 метр, максимальное ускорение в $156,31 \text{ м/с}^2$.

Никитчук Н.В., Щипков А.А.

**ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ
УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ
СПЕКАНИЯ ТАБЛЕТОК НИТРИДНОГО УРАН-
ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВА**

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: nikitchuk82@yandex.ru*

Передовые технологии фабрикации/рефабрикации нитридного уран-плутониевого топлива, реализуемого на площадке опытно-демонстрационного энергетического комплекса (ОДЭК) АО «СХК» предполагают использование уникального оборудования, управление которым является сложнейшей задачей. К такому оборудованию относится печь спекания таблеток нитридного уран-плутониевого топлива. В технологии реализован непрерывный процесс карботермического синтеза нитридов урана и плутония. Для этого в печь спекания в специальных лодочках поступают спрессованные таблетки, которые последовательно проходят зоны нагрева, спекания, охлаждения. Причем в каждой зоне создается соответствующая газовая среда. Для реализации заданного режима работы печи необходимо согласованное управление различными регулирующими органами печи спекания: нагревателями в каждой зоне; впускными и выпускными клапанами для обеспечения требуемых параметров газовой среды в реторте и в заретортном пространстве печи; клапанами системы охлаждения; электроприводами, обеспечивающими продвижение лодочек с заданной скоростью. Учитывая, что толкательная печь спекания проходного типа, как объект управления характеризуется наличием временных задержек, нелинейностью, многомерностью связей регулирующих и управляемых переменных, для её управления целесообразно использовать метод усовершенствованного управления технологическими процессами и оптимизации (АРС-О). В докладе рассмотрены возможные варианты использования функциональных модулей АРС-О – системы для управления печью спекания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамсутдинов Р.Н. Разработка и исследования численных моделей оборудования для фабрикации нитридного уран-плутониевого ядерного топлива: автореф... дис. кан. техн. наук. – Димитровград: 2022. – 24 с.
2. ГОСТ Р ИСО 15746-1-2016. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Термины и определения. М., 2020. 38 с.

Родичев А. Ю., Ганджа Т. В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ГИДРИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
e-mail: office@tusur.ru*

Получения гидридов с помощью прямого взаимодействия чистого водорода с чистым металлом является наиболее широко используемым методом. У каждой системы металл-водород присутствует своя оптимальная температура процесса. При взаимодействии чистого металла с чистым водородом сводятся к минимуму нежелательные побочные реакции.

Водородная обработка вида HDDR применяется для производства постоянных магнитов из сплавов. Название процесса определяется заглавными буквами четырех его стадий - hydrogen decrepitation-desorption-recombination [1]. HDDR обработка подразумевает взаимодействие сплавов системы Nd-Fe-B с водородом. Процесс их нагрева приводит к изменению фазового равновесия в определенном интервале температур. Основная магнитная фаза Nd₂Fe₁₄B, обеспечивающая гистерезисные магнитные характеристики постоянных магнитов, перестает быть устойчивой и распадается на гидрид редкоземельного металла, ферробор и α-железо [2]. Реакция разложения магнитной фазы наблюдается при температурах выше 650°C [3].

Модель установки, выполненной в среде моделирования MAPS, включает форвакуумный насос, баллон с аргоном, систему очистки водорода с помощью никелида лантана, реактор, а также систему регистрации температуры и давления в реакторе и коммуникациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольцова М.В. Водородные технологии в литье и металлургии: настоящее и будущее (обзор) // Литье и металлургия. – 2018. – № 4. – С. 145–154.
2. Вербецкий В.Н., Митрохин С.В., Тепанов А.А., Мовлаев Э.А. Изучение влияния процесса HDDR на морфологию интерметаллида Nd₂Fe₁₄B. – М.: Изд-во МГУ, 2017. – 13 с.
3. Вербецкий В.Н., Митрохин С.В. Гидриды интерметаллических соединений — синтез, свойства и применение для аккумулирования водорода. // Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – № 10. – С. 41 – 61.

Рожков Д.А., Карташов Е.Ю.

УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: dima.rozhkova@mail.ru*

Сегодня, в следствие поиска замены углеводородного топлива, роль атомной энергетики, а в частности урана как топлива для АЭС, увеличивается. В природном уране содержатся два изотопа, U^{235} и U^{238} , но только изотоп U^{235} способен поддерживать цепную ядерную реакцию, поэтому для производства ядерного горючего необходимо увеличить содержание изотопа U^{235} путем их разделения. Единственным соединением, применяемый для разделения изотопов урана, является гексафторид урана (UF_6).

Гексафторид урана (UF_6) – это бесцветное кристаллическое вещество, которое, при обычных условиях, не существует в жидкой фазе, его возгонка (кристаллизация) происходит при температуре $56,5^\circ C$ при атмосферном давлении.

В используемой технологии получения UF_6 применяется пламенный реактор, где методом высокотемпературного прямого фторирования оксидов урана, в факеле фтора, при температуре $900-1100^\circ C$, получается газовая смесь из, примерно, 45% UF_6 , 40% O_2 , 15% F_2 и HF а также других примесей.

Далее, для выделения UF_6 из газовой смеси используют метод поверхностной десублимации. Парогазовая смесь охлаждается и после прохождения очистки, где удаляется пыль и твердые частицы, она направляется в десублиматор, где в виде твердой фазы оседает на стенках аппарата. Затем, после съёма кристаллов и порошка UF_6 затаривается в транспортные емкости и направляется в них на разделительные производства, где путем газовой диффузии происходит разделение изотопов урана, и получается сырье пригодное для производства ядерного горючего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, А. А. Оборудование для десублимации UF_6 на предприятиях по обогащению изотопов урана : учебное пособие / Томск : ТПУ, 2019. — 10 с.
Тананаев, И. Г. Уран : учебное пособие / Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 39 с.

Рыбалкин А.Э., Заринова Л.Ф.

ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ УРАНА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: miene2509@mail.ru

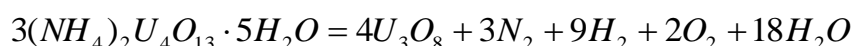
Такие соединения урана как UO_2 , UO_3 и U_3O_8 являются одними из важнейших промежуточных продуктов уранового производства при получении фторидов урана и металлического урана. Оксиды урана получают из диураната аммония, уранилнитрата, аммонийуранилтрикарбоната и пероксида урана. Для получения оксида U_3O_8 наиболее выгодным является метод химической денитрации уранилнитрата. Данная работа посвящена разработке оборудования и аппаратурно-технологической схемы получения оксидов урана из полиуранатов аммония.

Раствор уранилнитрата поступает в каскад осаждения, в который подается 25 % раствор гидроксида аммония. Процесс протекает при 80 °С в течении 2-3 часов. В каскад осаждения входят два реактора: первый – для осаждения тетраураната аммония, второй – для более полного протекания реакции:



Проведено конструирование и расчет первого реактора осаждения с пропеллерной мешалкой: высота аппарата 2,51 м, диаметр мешалки 0,06 м, мощность привода 2,2 кВт, число оборотов мешалки 180 об/мин.

Полученный тетрауранат аммония отделяется от маточного раствора на барабанном вакуум-филт্রে. Далее осадок загружается в барабанную сушильную печь, где сушится при температуре 100-250 °С. Затем материал поступает в прокалочную печь, где при температуре 450-650 °С в течении 30 минут происходит реакция термического разложения тетраураната аммония:



Проведено конструирование и расчет барабанной прокалочной печи: длина аппарата 6 м, диаметр 0,58 м, мощность привода 4 кВт.

Полученные оксиды урана охлаждаются в шнековом холодильнике, измельчаются в дезинтеграторе и загружаются в контейнер готовой продукции.

Рябов И. А., Иванов К. А., Якубов Я. О.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТЕНДА КУРСА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: mrkri1@mail.ru*

Программно-аппаратное моделирование (Hardware-in-the-loop simulation) – метод проверки алгоритма управления, выполняемого на предполагаемом микроконтроллере (МК), путем создания виртуальной среды реального времени, которая представляет физическую систему для управления. HIL помогает протестировать поведение созданных алгоритмов управления без физических прототипов.

Целью данной работы развитие инженерных навыков при разработке автоматизированных систем управления производственными процессами (АСУПП) на основе современных технических средств контроля и управления и принципов их построения. Модель «емкость – система управления» предназначена для проведения испытаний работы в различных режимах.

Задачами являются: определение логики работы, создание структурной схемы, создание компьютерной модели, проверка адекватности компьютерной модели, монтаж оборудования. Одной из задач является создание и моделирование виртуальной реализации физических компонентов в реальном времени, таких как установка датчиков и исполнительных механизмов на персональном компьютере в режиме реального времени. Далее идет запуск алгоритма управления на МК и модели установки на компьютере, подключенном к МК. Встроенный МК взаимодействует с моделированием модели установки через различные каналы ввода-вывода. Далее уточняется программные представления своих компонентов и постепенно заменяются части системной среды реальными аппаратными компонентами. Монтаж технического обеспечения будет производиться на DIN рейку.

Результатом данной работы будет модель состояний из комплекса аппаратно-программных средств, которая позволяет описать состояние системы с помощью схемы конечного автомата (State Machine Diagram). Технология HIL особенно полезна, когда тестирование алгоритма управления в реальной физической системе является дорогостоящим или опасным.

Стрельников С.М.^{1,2}, Иванов К.А.¹, Бугрина В.С.²

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

*²АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1
e-mail: saimonst97@mail.ru, KAIvanov@mephi.ru*

На сегодняшний день проведение автоматизации научных исследований на базе одноплатного компьютера типа Raspberry Pi является реальной альтернативой программируемым логическим контроллерам (ПЛК). Это обусловлено экономической эффективностью одноплатного компьютера при использовании его в качестве программируемого логического контроллера [1]. Также благодаря открытой архитектуре операционной системы, одноплатный компьютер имеет возможность выбора и работы на любой из доступных операционных систем (Linux, Raspbian и др.)

Одним из бесспорных преимуществ такой системы является гибкость в программировании от использования стандарта МЭК 61131-3 до скриптовых Python и JS. Для программирования на стандарте МЭК 61131-3 должна быть загружена система исполнения, поддерживающая данный стандарт. Одной из таких систем является CODESYS Control, поддерживающая каждый из пяти языков программирования, описанных в стандарте (IL, ST, LD, FBD, SFC).

В рамках обзора были изучены доступные и открытые решения с учётом специфики задач автоматизации научно-исследовательских работ, проводимых на площадке СТИ НИЯУ МИФИ. Выполнена интеграция открытого ПО для задач автоматизации в рамках научно-исследовательских работ и сформулированы требования на устройства связи с объектом (УСО) для автоматизации научных исследований. Результатом проведённых исследований является создание автоматизированного лабораторного стенда на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi. В дальнейшем планируется создание информационной модели и проведение экспериментов с последующим анализом результатов и алгоритмизацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование исполнительного модуля «CODESYS Control» совместно с «Raspberry Pi» / Красиков Р.В., Аль-Тибби В.Х. // Инженерная Наука и Образование. – 2016. – № 3. – С 15-24.

Сусакин В.А., Карташов Е.Ю., Панфилова М.В.

РАЗРАБОТКА УПРОЩЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УЗЛОВ РУ БРЕСТ-ОД-300

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bvp8eebk@gmail.com*

В условиях реализации проекта «Прорыв» на базе СХК возникает необходимость включения в учебный процесс изучения студентами и будущими специалистами устройства БРЕСТ-ОД-300, единственной в своем роде реакторной установки со свинцовым теплоносителем.

Свинцовый теплоноситель, используемый в реакторной установке, обладает рядом преимуществ: высокой температурой кипения, химической нейтральностью, относительно невысокой температурой плавления и низкой собственной радиоактивностью. Всё это позволяет сильно удешевить производство реактора за счет увеличения показателя собственной безопасности и отказа от ряда инженерных систем. [1]

Целью данного проекта является создание математической модели узлов реактора БРЕСТ-ОД-300, которая позволит наблюдать и рассчитывать ряд параметров, относящихся к процессам, проходящим в реакторной установке, на основе вводных данных: вида ядерного топлива, расхода и температуры теплоносителя на входе в активную зону и т.д. Подобная модель позволит студентам лучше понимать процессы, происходящие в реакторе, и моделировать различные условия его работы.

Математическая модель реализуется в рамках проекта по созданию рабочей модели реакторной установки БРЕСТ-ОД-300 посредством программного обеспечения «SimInTech», среды разработки математических моделей, алгоритмов и интерфейсов управления, автоматической генерации кода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Драгунов Ю.Г., Лемехов В.В., Смирнов В.С., Чернецов Н.Г. Технические решения и этапы разработки реакторной установки БРЕСТ-ОД-300 / Ю.Г. Драгунов, В.В. Лемехов, В.С. Смирнов, Н.Г. Чернецов // Атомная энергия. – 2012. – Т.113. – С. 58-64.

Троценко В.П., Иванов К.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА СМЕСИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Vycheslav.Trocenko@mephi.ru, KAivanov@mephi.ru*

На сегодняшний день определение процентного содержания оксидов урана разной валентности в тестовом образце представляет проблему. Вариант решения данной проблемы, предложенный в нашей работе, основан на обученной модели нейросети с использованием библиотек алгоритмов компьютерного зрения и обработки изображений OpenCV.

Автоматизированный контроль осуществляется с помощью МПС (микропроцессорной системы). В качестве чувствительного элемента выступает модуль камеры OV-5647. Используя библиотеку алгоритмов компьютерного зрения и методы машинного обучения, происходит обучение алгоритма по разным образцам. При достаточно большой выборке при обучении, возможно визуальное определение состава конечного продукта. В качестве МПС использовался одноплатный компьютер типа Raspberry Pi 3. Одним из бесспорных преимуществ такой системы является гибкость в программировании. В качестве основных библиотек выступают NumPy и OpenCV. [1-3]

Результатом проведённых исследований является создание рабочего прототипа устройства на базе МПС Raspberry Pi. В дальнейшем планируется проведение испытаний на лабораторных образцах, с последующим анализом результатов и до обучением модели алгоритмизацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Матвеев, А.И.* Цифровая обработка изображений в OpenCv. Практикум / А. И. Матвеев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 104 с.
2. *Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э. Хосе, С. Г. Исмаэль.* — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с.
3. *Ян Э.С.* Программирование компьютерного зрения на языке Python / Э. С. Ян; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 312 с.

Ушаков И.А., Демидов В.А., Зукау В.В., Доняева Е.С.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАДИОХИМИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПА ЛЮТЕЦИЯ-177

*Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: jiaozu@tpu.ru*

Радионуклид ^{177}Lu является одним из перспективных радионуклидов, применяемых в радиотерапии. Получение данного радионуклида без носителя является длительной процедурой. Для снижения дозовой нагрузки на персонал, увеличения эффективности процесса целесообразно и необходимо применять автоматизацию технологического процесса получения ^{177}Lu . Целью работы является автоматизация процесса радиохимического выделения изотопа лютеция-177 без носителя.

Технология получения лютеция-177 без носителя основана на хроматографическом его выделении с использованием ионообменных колонок заполненных катионообменником Dowex 50WX8 (200-400 меш), из облученной иттербиевой мишени с последующим его концентрированием. Автоматическая система на основе данных с блока дозиметрического контроля в автоматическом режиме определяет пик лютеция-177 и при помощи системы клапанов выделяет сконцентрированную его фракцию.

Автоматизация технологического процесса выполнена на основе системы диспетчеризации (SCADA). Система имеет функции контроля параметров установки, управления исполнительными механизмами. Запись параметров и событий осуществляется в архив базы данных для последующего анализа. Сбор данных и управление осуществляется при помощи отдельных контроллеров и модулей, собранных в промышленную цифровую сеть. Для обмена данными используется различные протоколы связи, в том числе Modbus RTU. Используются датчики, программное обеспечение и преобразователи, преимущественно отечественного производства, программы контроллеров собственной разработки. Осуществляется контроль за технологическими параметрами (температура, расход, уровни жидкостей, доза) с возможностью их калибровки, звуковой и световой сигнализации на рабочей станции оператора. Измерение уровней элюента в колонках обрабатывается микроконтроллером с выводом аварийного сигнала, в том числе обход основной SCADA-системы, дублируя предупредительную и аварийную сигнализацию.

Шарапова С.И., Зарипова Л.Ф.

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ АФФИНАЖА ПРИРОДНОГО УРАНА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: svetash200123@gmail.com*

Аффинаж природного урана - это процесс, в ходе которого отдельные компоненты в неразделенной смеси природного урана извлекаются и очищаются до требуемого уровня чистоты. Анализ и управление составом этой смеси являются ключевыми задачами в производстве ядерного топлива.

Разработана аппаратно-технологическая схема экстракционной очистки концентратов урана, включающая установку растворения, каскад экстракторов и выпарную установку. Технологический процесс начинается с растворения оксидов природного урана U_3O_8 в азотной кислоте концентрацией 40...60 % при температуре 60...80 °С в каскаде из двух аппаратов - агитаторов.

Затем раствор уранилнитрата направляется в каскад экстракторов, обеспечивающий экстрагирование уранилнитрата раствором трибутилфосфата, промывку экстракта, реэкстракцию уранилнитрата и регенерацию экстрагента. Водная фаза, из реэкстракционной колонны, пропускается через вспомогательную емкость-накопитель, где окончательно отделяются небольшие количества захваченного экстрагента. После этого готовый раствор поступает на выпаривание. Конечный продукт - раствор ядерночистого уранилнитрата концентрацией 500 г/л по урану.

Проведено конструирование и расчет пульсационного экстрактора с насадкой КРИМЗ: высота аппарата 3,7 м, диаметр 850 мм.

Проведено конструирование и расчет выпарного аппарата с выносной греющей камерой: высота греющей камеры 2,7 м, диаметр 700 мм; высота сепаратора 3 м, диаметр 800 мм.

Такое оборудование позволяет производить высококачественный уран, соответствующий всем стандартам безопасности и экологии.

Baderko D.O., Kineva T.A.

DEVELOPMENT OF ELECTRICITY METERING SYSTEM BASED ON ELECTRIC METER «MERCURY»

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: dmitriybadetko@gmail.com*

Electricity metering systems are an important element for energy conservation and improving energy efficiency. The development of an electricity metering system based on the electric meter «Mercury» is of great importance for optimizing the use of electricity in various areas, from industry to the household sector.

The aim of this work is to develop an electricity metering system based on the electric meter «Mercury» which is capable of improving energy efficiency and economic efficiency of using electricity.

In the course of this work, the process of electricity metering was studied, as well as its goals and types, with the main attention being paid to commercial electricity metering. The research was done into the purpose, advantages, disadvantages, and the principle of operation of an Automated Commercial Electricity Metering System (ACEMS). In addition, the principle of operation of different types of electric meters, their designs and classification were studied. The «Mercury» equipment was examined and the electric meter «Mercury 230» and converter-adapter «Mercury 221» were chosen to connect the electric meter to the PC. With the help of the SCADA TRACE MODE software package, the universal OPC server, the electric meter «Mercury 230» and the converter-adapter «Mercury 221», an Electricity metering system was developed. As a result, the readings of electrical values such as current, voltage, active, reactive and full power, as well as network frequency and some others were displayed in real-time on the developed dispatch panel of the SCADA TRACE MODE software package. This method allows for high-precision and prompt monitoring and electricity metering, as well as reducing costs of commercial electricity metering.

The result of the work is the development of an electricity metering system based on the electric meter «Mercury». The results of this work have significant practical value for improving energy efficiency and the economic efficiency of using electricity in different industries. The developed electricity metering system based on the electric meter «Mercury» can be widely applied to optimize energy consumption and increase energy efficiency.

Eirich K.A., Kazantseva T.Yu.

ANALYSIS OF METHODS FOR PRODUCING MNUP TABLETS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: kristina.ejrix.00@mail.ru*

The rejection of dangerous engineering solutions and the achievement of safety not due to complicating the design and increasing requirements for personnel, but using physical and chemical regularities, is characterized by the principle of "natural safety". At present, due to the rapid development of nuclear technologies, scientists are facing the problem of designing and building a reactor that would meet this principle. If this goal is achieved, it will be possible to introduce nuclear power on a large scale to solve the problems of sustainable development, as well as to react to new challenges.

One of the main objectives to achieve this goal will be to produce high-quality nuclear fuel tablets.

When studying various references, mixed nitride uranium-plutonium (MNUP) fuel was found to be the most promising for reliable fuel operation at sufficiently high temperatures.

As compared to others, this fuel has the lowest specific content of a fissile isotope among high-temperature fuel materials. It is more stable under radiating conditions, and compatible with structural materials and coolants.

There are currently many known technologies for producing MNUP fuel, but they all have their specific features and peculiarities.

The basic schemes of MNUP fuel tablet production are quite similar. The main stages of the scheme we consider are weighing, graining, synthesis, grinding in two steps, pressing, sintering.

The study of fuel production is an essential part of developing a reactor that will satisfy the principle of "natural safety". The work aimed at researching the process of producing tablets of proper quality is relevant.

Syutkin V.V., Kartashov E.Yu., Kazantseva T.Yu.

INSTALLATION TO PRODUCE BOTTOM DRAIN ND-FE LIGATURE BY OFF-FURNACE CALCIUM-THERMAL REDUCTION

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: Waleron339@mail.ru*

Rare earth metals (REM) and various products made from them are currently used in many fields of science and industry finding their application in environmental, energy-saving and nuclear technologies.

In the research the Nd-Fe ligature manufacturing technology will be mainly used for the production of magnetic materials which are widely applied to produce high-energy permanent magnets. Furthermore, the technology can be used to manufacture ingots of many REMs, with the exception of Sm, Eu and Yb, which are not reduced to an ingot.

The device for alloy metal-thermal production consists of a frame, a lined crucible with a drain channel, a plug, a slag collector and a metal receiver. In this case, the metal receiver has a volume equal to that of the ingot obtained, and the plug is made of an alloy material or alloying component. The reactor is equipped with a line for vacuuming and creating an inert medium. After initiating the calcium-thermal reaction by heating the electric fuse helix, products of reduction melting are retained by the membrane in the upper crucible until the metal and slag phases are completely separated. Then the membrane is melted and liquid is drained through the bottom drain into the mould. In this process, there is extra mixing of the reduced metal, and due to the fast and direct cooling in the massive crystallizer, the alloy ingot has a characteristic structure with a uniform distribution of components. The obtained mould has a clean and smooth surface that does not require further sandblasting, which avoids forming one of the waste categories.

At present, the research work is being carried out to restore installation skills to obtain the Nd-Fe ligature, as well as to implement mentioned above technology directly into production. Compared with the developed technology earlier, the new device should provide a much better ingot frequency, and decrease the process by a step.

Syutkina N.I., Kartashov E.Yu., Kazantseva T.Yu.

INVESTIGATION OF MAGNESIUM CORROSION RESISTANCE IN A MEDIUM-TEMPERATURE ELECTROLYZER

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, Russia, 636036
e-mail: no28062000@gmail.com*

Recently, due to the rapid development of industry, there has been a great need for highly efficient and safe methods of obtaining fluorine. Fluorine is the most active nonmetal and the strongest oxidizer of all known elements in the periodic table; it reacts with almost all chemical materials. Fluorine, like its compounds, is used in various fields of industry.

Currently, there are several techniques to obtain fluorine. They are divided into laboratory and industrial. In this paper, an industrial electrochemical method using an electrolyzer is considered.

A melt corresponding to the composition of $\text{KF}\cdot 2\text{HF}$ is placed into the equipment, and electrolysis is carried out at the temperature of about 100°C . This process is called medium-temperature or trifluoride.

The hydrogen fluoride content in the electrolyte can be up to 45% wt. While decreasing, it is added continuously or periodically. Applying electrolytes with different corrosive effects causes the use of various structural and electrode materials.

The most corrosion-resistant materials in the fluoride environment are magnesium alloys, as well as nickel and monel-metal.

In this paper, the magnesium corrosion resistance as one of the advanced structural materials is considered. Its wide application in engineering is due to relatively high strength and low density, as well as ability to be easily processed and well welded. Among structural materials, it has the most electronegative capability, so it is often used to manufacture protectors.

At present, tests of magnesium alloy MA_2 have been carried out directly in an industrial electrolyzer. Moreover, its physical and mechanical properties before and after the test were studied, the corrosion rate and permeability were calculated.

Zheleznov V.E., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu.

INSTALLATION FOR EXTRACTION PROCESSING OF IRRADIATED MIXED NITRIDE URANIUM PLUTONIUM (MNUP) FUEL

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: Viktor.Zheleznoff@yandex.ru*

Radiochemical reprocessing of spent nuclear fuel (SNF) is the basic stage of the closed nuclear fuel cycle and essential one for producing plutonium. The world's amount of SNF is constantly growing and the main aim of radiochemical technology is to process spent fuel elements – i.e. to regenerate. The purpose of reprocessing of spent MNUP fuel is to separate uranium (U) and plutonium (Pu), and to purify them from radioactive fission products.

SNF processing includes the following stages:

- mechanical fragmentation (chipping) of fuel assemblies and fuel elements in order to reveal fuel material;
- dissolution;
- purification of ballast contaminant solutions;
- extraction and purification of U, Pu and other product nuclides;
- separation of Pu dioxide, Np dioxide, U oxide;
- processing of solutions which contain other radionuclides to be separated.

The main stage in the technology of U and Pu extraction, separation, and purification from fission products is tributyl phosphate extraction, on the basis of which the method called PUREX process (Plutonium and Uranium Extraction by Extraction, PUREX) was developed. The PUREX process is currently the principal method for industrial processing of SNF. It is applied in continuous multi-stage extractors.

The functional basics of MNUP fuel extraction will be given, as well as the principal and hardware technological schemes of the processes will be presented in the report.

*Секция
Моделирование и информатизация технологий и
объектов атомной отрасли*

*Адонин Н.Р., Гуцул М.В., Истомин А.Д.,
Носков М.Д., Сербин А.В., Чеглоков А.А., Щипков А.А.*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ СКВАЖИННОМ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: d273anr@edu.ssti.ru*

В последние годы на предприятиях, добывающих уран методом скважинного подземного выщелачивания, широко внедряются системы автоматизации. Откачные скважины оснащаются станциями управления с частотно-регулируемыми приводами, промышленными контроллерами, датчиками расхода и уровня. Системы диспетчерского управления и сбора данных создают основу для решения задачи выбора наиболее эффективного режима работы электронасосных агрегатов (ЭНА).

Решение поставленной задачи зависит от условий работы ЭНА и ряда других факторов, отличающихся от скважины к скважине. Поэтому первым этапом здесь служит разработка информационного модуля интеллектуального мониторинга, который в реальном времени на основе данных от автоматизированной системы управления добычным комплексом (АСУ ДК) осуществляет оценку качества текущего режима ЭНА. Оценки выставляются по семи критериям: опасность сухого хода, вибрации ЭНА, тепловая и токовая нагрузка, обеспечение заданного дебита, энергоэффективность, опасность замерзания скважины. Исходные данные загружаются модулем каждую минуту из базы данных АСУ ДК, на их основе производится расчет дополнительных показателей, как коэффициент электромощности двигателя, КПД ЭНА, коэффициент пульсаций тока двигателя и др. Параметры алгоритмов оценивания могут настраиваться через графический интерфейс. Результаты работы модуля архивируются в автоматизированной базе данных.

Разработанный модуль позволяет специалистам предприятия своевременно обнаруживать откачные скважины с не адекватным текущим условиям режимом работы ЭНА и дает инструмент для обоснованного выбора способа управления и режима ЭНА, повышая эффективность добычи продукта и продлевая срок службы ЭНА. Анализ работы модуля интеллектуального мониторинга должен стать основой для решения описанной задачи управления сначала в форме системы поддержки принятия решений, а затем и без участия человека.

Адонин Н.Р.¹, Логинова Е.С.¹, Менжуренко А.А.², Щипков А.А.¹

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОГРУЖНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА С УЧЕТОМ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

²Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: aam141@tpu.ru

Скважинное подземное выщелачивание - прогрессивный метод добычи урана, позволяющий реализовать вскрытие и подготовку рудных тел путем закачки выщелачивающих растворов в продуктивные горизонты и откачки продуктивных растворов через откачные скважины. Подъем продуктивных растворов осуществляется погружными центробежными насосными агрегатами (НА), состоящими из погружного электродвигателя (ПЭД) и многоступенчатого центробежного насоса (ЦН). Эффективность работы добычного комплекса во многом зависит от режима работы НА, поэтому разработка его математической модели является актуальной задачей. Существенным показателем, характеризующим текущее состояние ПЭД, является температура в его активной зоне. Именно изменение температурного состояния во многом определяет срок службы ПЭД. Данная работа посвящена разработке математической модели, описывающей статические режимы работы НА, с учетом теплового состояния ПЭД. Исходными данными для моделирования являются параметры откачной скважины (внутренний диаметр трубы, глубина установки насоса, динамический уровень раствора в скважине, вязкость и плотность раствора); напор-расходная характеристика ЦН; характеристика трубопровода; каталожные параметры ПЭД; закон регулирования преобразователя частоты; частота питающего напряжения ПЭД. В ходе моделирования производится расчет параметров схемы замещения асинхронного ПЭД; вычисляются параметры рабочей точки ЦН в координатах напор-расходной характеристики; определяется рабочая точка НА в координатах механической и электромеханических характеристик; производится тепловой расчет ПЭД. Разработанная модель позволяет определить для заданных условий расход раствора, поднимаемого НА; потребляемую мощность ПЭД; температуру внутреннего объема ПЭД; КПД НА. В докладе представлены результаты численных экспериментов при различных исходных данных.

Бибко Д.В., Носков М.Д.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕКЛАМНЫХ КАМПАНИЙ КОНТЕКСТНОЙ РЕКЛАМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bibkodw@icloud.com*

Контекстная реклама является гибким инструментом, параметры которого позволяют отображать объявления очень точно – исключая нецелевую аудиторию, фокусируясь на нужной. Рекламодателю доступны данные о более тридцати показателях эффективности проводимых рекламных кампаний (РК), среди которых количество показов объявлений, количество переходов по объявлению, коэффициент кликабельности, стоимость перехода, количество обращений и др. Анализируя эти данные, рекламодатель строит предположения о вариантах оптимизации параметров РК для повышения ее эффективности. Проблема заключается в том, что в интерфейсе системы контекстной рекламы отсутствует визуализация зависимостей между параметрами РК и показателями ее эффективности, поэтому предположения по оптимизации строятся на основе опыта и навыков каждого конкретного рекламодателя.

Целью работы является исследование влияния параметров рекламных кампаний на значения показателей эффективности контекстной рекламы. Объектом исследования является российская информационная система контекстной рекламы Яндекс Директ. Предметом – показатели эффективности контекстной рекламы. Для достижения цели была рассмотрена актуальность и роль контекстной рекламы на рынке; рассмотрен механизм работы системы контекстной рекламы; проведен системный анализ для выявления основных факторов, оказывающих влияние на показатели эффективности контекстной рекламы; проведен эксперимент, подтверждающий корректность установленных зависимостей.

В результате проделанной работы определены параметры РК, которые оказывают влияние на значения основных показателей ее эффективности, а также установлены показатели, коррелирующие между собой. Представленная работа является постановочной к вопросу визуализации зависимости параметров РК и показателей ее эффективности. Также, в дальнейших исследованиях планируется разработка математической модели для прогнозирования значений показателей эффективности на основе установленных зависимостей.

Бибко Д.В., Носков М.Д.

ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГЕНТСТВ КОНТЕКСТНОЙ РЕКЛАМЫ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bibkodw@icloud.com*

Операционные бизнес-процессы агентств контекстной рекламы, направлены на регулярную оптимизацию рекламных кампаний (РК), с целью достижения оговоренных с компанией-заказчиком ключевых показателей эффективности. В своей работе, агентства регулярно анализируют данные из используемых информационных систем, для принятия решений о дальнейшей оптимизации РК - формируют отчеты на основе этих данных, а также отчеты для заказчиков о ходе рекламных кампаний. Целью данной работы является выявление актуальных проблем цифровизации бизнес-процессов операционной деятельности агентств контекстной рекламы. Цифровизация подразумевает трансформацию логики операционных бизнес-процессов агентств контекстной рекламы и повышение роли информационных систем в интеллектуальной работе, тогда как автоматизация бизнес-процессов направлена на замену человеческого труда по части сбора, обработки и визуализации информации. Для достижения поставленной цели бизнес-процессы были представлены в нотации BPMN с последующим их анализом и изучением существующего программного обеспечения (ПО), охватывающего автоматизацию и цифровизацию как отдельных, так и всех процессов.

В результате проделанной работы, были выделены четыре основные проблемы цифровизации бизнес-процессов агентств контекстной рекламы, которые в настоящий момент не решаются с помощью существующего ПО: автоматизация затрагивает отдельные бизнес-процессы по сбору и обработке данных или управлению ставками РК, а не все процессы агентства; выработка решений по оптимизации РК осуществляется человеком, а не интеллектуальными информационными системами (исключение – управление ставками РК); задачи на основе отчетов с данными формируются человеком, а не автоматизированной информационной системой; не визуализируются зависимости между параметрами РК и ее показателями эффективности;

В докладе представлена концепция программного решения вышеизложенных проблем.

Бугрина В.С., Иванов К.А., Стрельников С.М.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ HF ПО ПРОФИЛЮ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРА СТЭ-20 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОПОРИСТЫХ ЖАЛЮЗИЙНЫХ АНОДОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: vbugrina@mail.ru, KAivanov@mephi.ru, saimonst97@mail.ru*

В связи с производственной программой по конверсии урана для топливного дивизиона ГК «Росатом», исследование процессов, протекающих в электролизёрах СТЭ-20 по-прежнему являются актуальными. Особенно интересным является вопрос распределения концентрации фтористого водорода в расплаве электролита СТЭ-20.

На текущий момент на площадке СТИ НИЯУ МИФИ ведутся научно-исследовательские работы по широкому спектру вопросов, связанных с конверсией урана. Для определения оптимальных режимов работы как электролизёра СТЭ-20, так и средств КИПиА было решено разработать цифровую модель (ЦМ) распределения концентрации фтористого водорода в расплаве электролита СТЭ-20 с использованием низкопористых жалюзийных анодов.

Для создания ЦМ циклической распределения концентрации фтористого водорода в расплаве электролита СТЭ-20 необходимо определить схему воздействия на объект управляемых переменных и помех, определить число опытов и условий их проведения, создать математическую модель процесса с последующей оценкой адекватности.

Цифровая модель процесса позволит определить распределения концентрации фтористого водорода в расплаве электролита по всему объёму электролизёра СТЭ-20 подобрать оптимальные приборы КИПиА и места их установки для корректного определения режимов работы электролизёра.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Плохотников К.Э.* Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB. Курс лекций / К.Э. Плохотников. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. - 628 с
2. *Попов, А.А.* Оптимальное планирование эксперимента при активной идентификации нечетких линейных регрессионных моделей / А. А. Попов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7, № 1(24). – С. 99-114. – DOI 10.26102/2310-6018/2019.24.1.020. – EDN ХММНОР.
3. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / Под ред. Э.К.Лецкого. - М.: Мир, 1977.
4. Математическая теория планирования эксперимента./ Под ред. С.М. Ермакова.- М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. 392 с.

Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ВСКРЫТИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УРАНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СКВАЖИНАМИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: vistum@rambler.ru*

Построение схем вскрытия залежи месторождения урана, разрабатываемых методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ), это весьма трудоемкий процесс, при котором необходимо учитывать множество различных природных и технологических факторов. Продуктивные горизонты залежей могут иметь разное строение и структуру. Для автоматизации и повышения эффективности этого процесса целесообразно использовать специализированный программный комплекс.

В настоящей работе представлен программный комплекс, позволяющий строить схемы вскрытия залежи, как в ручном, так и в автоматическом режиме на основе цифрового двойника месторождения. Комплекс включает: модуль подготовки исходных данных, модуль построения схем вскрытия, расчетный модуль, модуль оптимизации, модуль подготовки отчетов.

Модуль подготовки исходных данных осуществляет импорт данных цифрового двойника месторождения. Модуль построения схем вскрытия позволяет осуществлять построение рядных (продольных и поперечных) и ячеистых схем вскрытия. Построение может осуществляться регулярными методами (с равным расстоянием между скважинами и рядами), либо адаптивными методами. При построении адаптивными методами схема вскрытия может быть адаптирована по контуру планируемой к отработке области вскрытия, а также по распределениям физических величин (по распределению метропроцента, по распределению мощности). Модуль оптимизации позволяет проводить ручную и автоматическую оптимизацию созданных схем вскрытия. Расчетный модуль, для построенных схем вскрытия, позволяет рассчитать геотехнологические параметры, а также прогнозные геотехнологические и финансово-экономические показатели отработки, позволяющие оценить эффективность схемы. Модуль подготовки отчетов формирует отчетные документы.

Применение комплекса позволяет значительно сократить время проектирования, повысить эффективность схем вскрытия, снизить себестоимость добычи урана.

Жданова О.В.

ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

*Акционерное общество «Прорыв»,
107140, г. Москва, ул. Малая Красносельская 2/8, корп. 7
e-mail: zhdov@proryv2020.ru*

Современные тенденции к цифровизации и автоматизации процессов требуют новых разработок в проектной деятельности. Когда проект объединяет десятки организаций-участников, за каждой из которых закреплены десятки или сотни требований, а все работы по проекту выполняются в соответствии с требованиями сотен нормативных документов (ФЗ, СТО, НП и тд.), то возникает необходимость иметь единый инструмент, позволяющий контролировать тысячи проектных требований, закрепленных за организациями, а также отслеживать и фиксировать регулярные изменения в законодательстве и на них реагировать.

На примере проекта «Прорыв» продемонстрированы возможности системной инженерии, показано, как с помощью технических решений можно использовать информационную систему управления требованиями не только как базу актуальных проектных требований, но и в качестве инструмента контроля хода выполнения проекта на всех стадиях жизненного цикла, включая НИОКР, обеспечивая, таким образом, информационно-аналитическую поддержку процессов принятия решений при управлении проектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Элизабет Халл, Кен Джексон, Джереми Дик.* Инженерия требований. – Москва: Изд-во ДМК Пресс, 2017. – 217 с.
2. Единые отраслевые методические указания по формулированию, идентификации, оформлению и оценке качества требований в проектах сооружения АЭС. Введ. 2016-09-20. – Приказ Госкорпорации «Росатом» №1/869-П.
3. Единый отраслевой порядок управления требованиями на различных стадиях ЖЦ АЭС для проектов сооружения АЭС в России. Введ. 2017-08-10. – Приказ Госкорпорации «Росатом» № 1/759-П.
4. ISO/IEC/IEEE 29148:2011 Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering.

Иванов К.А.¹, Иваницкий А.И.², Захаров З.А.²

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВЕБ-РАЗРАБОТКЕ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ САЙТОВ

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

*²ОГБПОУ «Северский промышленный колледж»
636036, г. Северск, Томской обл., ул. Крупской, д. 17
e-mail: KAIvanov@terphi.ru*

Создание web-сайта — это трудоёмкий процесс. На сегодняшний день он проходит с привлечением обширного круга специалистов. Однако, всё чаще разные виды работ делают с использованием нейросетей. Нейросети - это компьютерные системы, способные обучаться на определенных данных и принимать решения на основе полученных знаний. Нейросети могут помочь в автоматизации различных задач в разработке благодаря своим способностям к обработке больших объемов данных и распознаванию сложных закономерностей. Например, нейросети могут использоваться для автоматизации написания БД и наполнения их данными. Использование нейросетей в веб-разработке позволяет значительно ускорить процесс создания сайтов и упростить работу веб-разработчиков. Например, нейросеть может использоваться для автоматического создания макетов сайтов, выбора цветовой гаммы, шрифтов и дизайна в целом.

В рамках обзора были изучены доступные решения по нейросетям, с учётом специфики задач автоматизации веб-приложений, проводимых на площадке кафедры ЭиАФУ СТИ НИЯУ МИФИ. Результатом проведённых работ является dashboard преподавателя кафедры. По использованию нейросетей в автоматизации на примере веб-разработке, мы можем с уверенностью сказать, что это только начало большого прорыва. Были проведены исследования, по улучшению производительности программного кода, написанного с помощью нейросетей. Однако, также существуют риски и проблемы, которые нужно решить, чтобы внедрить нейросети в разработки ПО на полную мощность.

Лобова А.С., Носков М.Д.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СТУДЕНТА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: lobova.web@gmail.com*

В настоящее время в условиях цифровой трансформации образования, вызванной социально-экономическими процессами, активно внедряется федеральный проект «Цифровая образовательная среда», который направлен на применение современных технологий «цифровых двойников». Цифровые двойники в образовании – это «цифровые реплики» таких образовательных объектов и систем, как: студент, преподаватель, структурное подразделение, образовательное учреждение и т.п. [1]. Целью данной работы является функциональное моделирование цифрового двойника студента.

Для определения структуры и функций системы создана контекстная диаграмма ЦД студента в нотации IDEF0. В ней определены входные данные абитуриентов; регламентирующие документы и стандарты; пользователи и платформы сбора данных ЦД; а также данные контроля и результаты мониторинга образовательного процесса, образовательных и профессиональных результатов. Согласно декомпозиции контекстной диаграммы IDEF0 выделены следующие этапы работы с данными ЦД студента: ввод и анализ данных абитуриента; наполнение данных студента; анализ и получение данных образовательных и проф. результатов из ЦД. При моделировании процессов в нотации BPMN определены задачи и действия пользователей от момента подачи заявления абитуриентом до получения студентом диплома и его трудоустройства.

В нотации IDEF1 создана модель базы данных ЦД студента, основными сущностями которой являются: Абитуриенты, Сотрудники, Студенты, Организации и партнеры, Учебные планы, Программы обучения и мероприятий, Образовательные и проф. результаты, Результаты реализации компетенций, Цифровой диплом и т.д. UML-диаграмма вариантов использования выделяет роли пользователей, а также требования к системе для технического задания разработчикам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вихман В.В., Ромм М.В. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. – 2021. Т. 30. №2. – С. 22-32.

Мелушонок Н.С., Березин А.А., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Сербин А.В., Чеглоков А.А.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ РАБОТЫ ПОЛЕВОГО ПЕРСОНАЛА ДОБЫЧНОГО ПОЛИГОНА СПВ УРАНА С ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: melushonok@yandex.ru*

В настоящее время на горнодобывающих предприятиях активно применяются цифровые технологии, которые все чаще переносятся на мобильные платформы. Значительная часть работ проводится в полевых условиях и требует оперативного получения и сохранения данных в режиме реального времени. В данной работе представлена разработка мобильного Android-приложения, подходящего для использования на предприятиях, занимающихся добычей урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ).

Разработанное мобильное приложение обеспечивает возможность полевому персоналу быстро получать и вводить данные по объекту (скважине) на геотехнологическом полигоне. Для привязки к конкретной скважине используется специальная метка (QR-код) или выбор её из списка. Предоставляется информация по номеру, местоположению, конструкции, паспорту скважины, технологическим ячейкам, режимам работы, данным химических анализов, геофизическим исследованиям, РВР, насосным агрегатам и т.д. Присутствует возможность вывода основных данных по скважине поверх видео-изображения объекта, получаемого с камеры устройства. Обеспечивается ввод актуальных данных по насосным агрегатам (монтаж, демонтаж, замена насоса/двигателя), работе откачных и закачных скважин, проведенных РВР, событиям и замечаниям. Данные хранятся в локальной базе мобильного устройства, а синхронизация с базами технологических и геологических данных предприятия обеспечивает их актуальность.

Разработанное мобильное приложение помогает работникам принимать более обоснованные решения и повышает общую производительность за счет оперативного доступа и ввода актуальных данных в полевых условиях, что предотвращает потерю информации, снижает риск ошибок и позволяет проводить оперативный мониторинг работы скважин, что в свою очередь экономит время и средства предприятия.

Нестерова Е.А.

РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ Q-КАСКАДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО ^{34}S

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: ean25@tpu.ru*

Изотопы серы нашли широкое применение в различных областях народного хозяйства: научных исследованиях, медицине, лазерной технике, метрологии и других. Наиболее востребованным является ^{34}S . С его помощью проводят изучение синтеза лекарственных препаратов, создаются радиофармпрепараты $^{34\text{m}}\text{Cl}$ и ^{35}S . Данный изотоп применяется также в качестве активной серы субмиллиметровых лазеров и в экспериментах по изучению разделения изотопов лазерным методом [1]. Необходимая концентрация ^{34}S составляет 99%.

В данной работе по известной методике [2] проведен расчет параметров Q-каскада для получения высокообогащенного ^{34}S . Получены графики распределения концентрации изотопов серы по ступеням каскада и непрерывный профиль рассчитанного Q-каскада.

Установлено, что изотопы серы распределяются по ступеням каскада в соответствии с их массовыми числами. Наибольшее изменение концентрации изотопов серы имеет место на конечных ступенях каскада, наименьшее – вблизи ступени подачи потока питания.

Показано, что за один этап разделения в каскаде, состоящем из 50 ступеней, можно получить 99%-е обогащение по ^{34}S .

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Орлов, М.В. Верлинский. Разделение многокомпонентных изотопных смесей. — Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – С.40.
2. Физические основы разделения изотопов в газовой центрифуге : учебное пособие для вузов / В.Д. Борисевич, В.Д. Борман, Г.А. Сулаберидзе и др.; под ред. В.Д. Бормана. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. – 275 с.

Останина И.М., Иванов К.А., Полякова А.С., Плюсков Е.И.

РАЗРАБОТКА VR – ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ КУРСА «ДОЗИМЕТРИЯ»

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ira.fateeva.2001@mail.ru, KAivanov@mephi.ru*

VR в образовании - это наилучшая возможность для студентов и инженеров детально рассмотреть объекты и процессы, которые невозможно или очень сложно исследовать в реальном мире. В виртуальном мире все негативные эффекты, воздействующие на человека, носят номинальный характер при сохранении основной цели обучения, приобретение практического опыта. С помощью VR будущий или действующий инженер сможет пройти полноценно сценарий работы на производстве без риска загубить драгоценное здоровье или повредить дорогостоящее оборудование.

В рамках данной работы была попытка создать VR – тренажер для курса «ДОЗИМЕТРИЯ». В рамках этой цели были сформулированы следующие задачи:

- Проведён литературный обзор современных тенденций в данном направлении. Рассмотрено оборудование для работы в VR-пространстве. Необходимое ПО, его плюсы и минусы;
- Реализовано моделирование машинного зала реактора РБМК1000. Смоделировано дозиметрическое оборудование для получения навыков дозиметрического контроля и исследования мест загрязнения машинного зала реактора.

Наблюдая за актуальными тенденциями, можно с уверенностью сказать, что со временем VR-оборудование будет становиться доступнее. При этом использовать виртуальную реальность в обучении можно в любом возрасте – как для учеников младших классов, так и для людей в возрасте, которые решили освоить новую профессию или усовершенствовать существующие навыки. Тренажер позволит будущему инженеру ощутить рабочую обстановку, приближенную к реальной и проработать все основные задачи, которые ждут его на производстве. В планах реализовать динамику изменения экспозиционной дозы. Регистрацию показаний на приборах и сценарии работы на тренажёре.

Петров М.В., Орлов А.А.

РАСЧЕТ Q-КАСКАДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО ^{28}Si

*Отделение ядерно-топливного цикла Инженерной школы ядерных технологий, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: orlovaa@tpu.ru, mvp41@tpu.ru*

Кремний в основном используется для производства дискретных электронных приборов. Монокристалл ^{28}Si обладает более высокой теплопроводностью, чем у природного кремния. Это обуславливает его использование монокристалла для улучшения теплопроводности полупроводников [1]. Применение ^{28}Si в производстве микросхем способствует увеличению плотности упаковки транзисторов в микросхеме и тактовой частоты работы микросхем. Поскольку ^{28}Si обладает нулевым спином, его применяют в квантовых вычислениях. Для полупроводниковых квантовых вычислений, концентрация ^{28}Si должна составлять не менее 99,999% [2].

Теория разделения многокомпонентных изотопных смесей, в отличие от теории для двухкомпонентных изотопных смесей, не позволяет рассчитать параметры реального каскада. В связи с этим нами проведен расчет Q-каскада для получения высокообогащенного ^{28}Si .

В работе приведены результаты расчета параметров Q-каскада для получения ^{28}Si обогащенного до 99,9% при одноэтапном разделении. Согласно патенту [3] ^{28}Si с такой концентрацией можно обогатить до концентрации 99,999% в реакторе изотопного обмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Thermal conductivity of isotopically enriched Si / W. S. Capinski, H. J. Maris, E. Bauser, I. Silier, M. Asen-Palmer, T. Ruf, M. Cardona, E. Gmelin, // Appl. Phys. Lett. 71, 2109(1997). – doi: 10.1063/1.119384
2. Targeted enrichment of ^{28}Si thin films for quantum computing / K Tang, H S Kim, A N Ramanayaka, D S Simons, J M Pomeroy // J. Phys. Commun. 4, 035006(2020). – doi: 10.1088/2399-6528/ab7b33.
3. Способ получения особочистого высокообогащенного изотопа кремний-28: патент RU 2693786 С1: МПК В 01 D 59/20 / А.А. Палиенко, В.П. Совач, А.А. Ушаков; заявитель и патентообладатель Акционерное общество "Производственное объединение "Электрохимический завод" (АО "ПО ЭХЗ"). – № 2018132790; заявл. 13.09.2018; опубл. 04.07.2019, Бюл. №19 – 8 с.

Савенко А.В., Иванов М.Л., Иванов К.А.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СТУДЕНТА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: iroberi@mail.ru, lydoz@mail.ru., KAIvanov@mephi.ru*

В современной образовательной реальности появляются задачи, связанные с синхронизацией и цифровой трансформации данных обо всех объектах, связях, свойствах, закономерностях и отношениях виртуального, реального и социального миров. Одним из таких примеров новой образовательной реальности служит, набирающая все большую популярность и приобретающая устойчивость в различных индустриях, технология цифрового двойника (ЦД) [1].

ЦД в образовании должны создаваться не как простые копии цифровых двойников в промышленности (технических продуктов, устройств и т.д.), а как «цифровые реплики» специфических для оцифровки социальных объектов, наделённых, с одной стороны, технической и административной стабильностью конструкции, а с другой – всем тем, что принято обозначать понятием «человеческий фактор» [2].

ЦД студента должен включать:

- 1) базу данных для хранения информации о студенте: историю посещаемости занятий, успеваемость по предметам, задолженности по сессиям, научные работы студента, его участия в конференциях, соревнованиях, конкурсах, его увлечения;
- 2) цифровую систему, которая будет собирать, обрабатывать данные о студенте, выдавать рекомендации и прогнозировать успешность обучения, основываясь на цифровой модели и алгоритмах.

Внедрение цифровых технологий таких, как ЦД, позволит студенту по завершению обучения соответствовать эталонному высококвалифицированному специалисту в выбранном направлении, в которых нуждаются предприятия, что повышает шансы трудоустройства выпускников по окончании обучения в вузе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вихман В.В., Ромм М.В.* «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. № 2. – С. 22 – 32. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32.
2. *Титова А.В., Сучкова М.Ю.* Цифровые двойники в повышении качества образовательных услуг // ТТПС. – 2021. – №4 (58). – С. 57-63.

*Сербин А.В., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Сакирко Г.К.,
Чеглоков А.А.*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЛАН-ФАКТНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Скважинное подземное выщелачивание в настоящее время является экологически безопасным и экономическим эффективным методом добычи урана. Анализ и оценка экономической эффективности геотехнологического предприятия представляет собой трудоемкий процесс, от результатов которого зависит планирование финансовой деятельности организации на будущие периоды. Использование информационных технологий позволяет значительно облегчить данный процесс и сделать точные и своевременные выводы о работе предприятия. В связи с этим целесообразна разработка и применение специализированной информационной системы.

В настоящей работе представлено описание информационной системы план-фактного анализа финансово-экономических показателей геотехнологического предприятия. Данная информационная система представляет собой программный комплекс, реализованный в среде разработки Embarcadero RAD Studio 10.2 на языке программирования C++ с использованием принципов объектно-ориентированного программирования. Система позволяет вводить ежемесячно плановые и фактические значения экономических показателей, сохранять вводимые значения в базе данных предприятия, выявлять отклонения фактических данных от плановых, представлять в графическом и табличном виде данные по каждому показателю, а также оповещать персонал через электронную почту в случае невыполнения плана. В информационной системе учитываются значения таких экономических показателей, как выручка, чистая прибыль, условно-постоянные затраты, прибыль до вычета всех расходов (ЕБИТДА), финансирование инвестиций и т.д.

Применение информационной системы будет обеспечивать оперативный доступ к актуальной информации о финансовой деятельности геотехнологического предприятия, своевременно выявлять отклонения фактических значений экономических показателей от плановых и оповещать об этом ответственный персонал и руководство предприятия.

*Сербин А.В., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Сакирко Г.К.,
Чеглоков А.А.*

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ДОБЫЧИ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Предприятия, добывающие уран методом скважинного подземного выщелачивания, на разных этапах технологического процесса затрачивают большой объем запасов таких химических реагентов, как серная кислота, нитрит натрия, аммиачная селитра и т.д. Для бесперебойной работы предприятия необходимо осуществлять управление запасами. Данный процесс включает в себя оперативный контроль, своевременное пополнение и прогнозирование расхода. Для поддержания эффективного и оперативного управления запасами целесообразно применение информационной системы.

В настоящей работе представлено описание информационной системы управления запасами химических реагентов геотехнологического предприятия. Информационная система создана на языке программирования С++ с использованием принципов объектно-ориентированного программирования. С точки зрения функционала система разделена на 3 модуля. Модуль ввода данных предназначен для внесения геотехнологом информации по запасам химических реагентов. Помесячно вносятся плановые и фактические значения запасов. Страховой запас и точка заказа задаются один раз за год. Визуализация и анализ плановых и фактических данных по запасам осуществляется с помощью модуля представления данных. Модуль оповещения предназначен для автоматической рассылки электронных сообщений персоналу предприятия. Сообщения рассылаются в случае, если выполняется один из сценариев, определяемых процедурой сравнения фактических данных по запасам с точкой заказа, страховым запасом и верхним лимитом.

Информационная система является частью программного комплекса «Производственное планирование и контроль, входящего в общую информационную экосистему управления геотехнологическим предприятием. Применение информационной системы обеспечивает своевременное пополнение запасов химических реагентов и бесперебойную работу предприятия.

Якубов Я.О., Иванов К.А., Рябов И.А.

СОЗДАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЕМКОСТИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТЕНДА КУРСА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Yarik.tomsk@yandex.ru, KAivanov@mephi.ru*

Автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) в современном мире имеют важное значение для эффективного выполнения контроля, регулирования и управления процессом. Одним из основных способов исследования технологического объекта является создание модели исследуемого объекта. На основе данных, полученных в ходе экспериментов, проведённых на технологическом объекте, и последующего их анализа определяются закономерности и строятся корреляционные зависимости для получения эмпирических закономерностей. Целью работы является создание и анализ эмпирической модели ёмкости для образовательного стенда курса «Проектирование систем управления». Стенд представляет замкнутый процесс перекачки жидкости, состоящий из 2 сосудов с водой, соединённых между собой трубопроводными линиями. Датчиком контроля уровня жидкости, а также исполнительных механизмов в виде насоса и электроклапанов, для управления процессом заполнения ёмкости.

В ходе проделанной работы авторами была проведена серия экспериментов для определения факторов влияния на уровень жидкости в ёмкости с использованием методов планирования эксперимента. Результаты фиксировались в протокол с целью определения основных показателей проведения эксперимента.

Результаты эксперимента показали, что максимальное отклонение значения уровня жидкости в ёмкости фиксируется на первом и последнем шагах эксперимента. Полученная линейная модель с величиной достоверности аппроксимации равной 0,9642 позволяет использовать данную модель для дальнейших исследований при создании стенда для курса «Проектирование систем управления».

Bugrina V.S., Kazantseva T.Yu., Ivanov K.A., Strelnikov S.M.

APPLICATION OF THE DIGITAL TWIN CONCEPT AT THE EXPERIMENTAL UNIT FOR HYDROGENATION OF RARE-EARTH METALS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: vbugrina@mail.ru*

The future development of the manufacturing industry is frequently described in the literature as based on cyber-physical production systems (CPPS), also known as digital twin (DT) technologies. CPPS enable to increase flexibility of production systems by the automation pyramid.

In the digital environment, the systems are suitable for computing, including data analysis and simulation of the process within the embedded system. In the industrial production, they are implemented, as a rule, on programmed logic controllers. At the technical level, the Internet of things concept (IoT) for real-time monitoring is provided.

There are several categories of production objectives:

- real-time condition monitoring;
- analysis of energy consumption;
- analysis and prediction of failures in process units, as well as the maintenance strategy based on the complete analysis of real-time and historical data for failure prediction and maintenance strategy construction;
- intelligent optimization and control algorithm update;
- adaptation of human-machine interface (HMI) for usability based on the analysis of operator's behavior;
- virtual maintenance and operations of process units.

The effective implementation of digital twins is due to the integration of DT concept in the early stages of the lifecycle. In this study, an attempt to integrate the DT concept into a newly developed experimental unit for hydrogenation of rare earth metals was made.

*Melyushonok N.S., Berezin A.A., Gutsul M.V., Istomin A.D., Noskov M.D.,
Serbin A.V., Cheglov A.A.*

ANDROID APPLICATION FOR FIELD PERSONNEL OF THE WELL IN-SITU LEACHING ENTERPRISE

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: melushonok@yandex.ru*

One of the main trends in the development of field development management is the use of digital technologies and their transfer to mobile platforms. A significant part of work at the enterprise takes place in the field and requires prompt provision of information in real time. This paper presents an android application for field personnel, suitable for enterprises that mine uranium using the well in-situ leaching method.

The application provides field personnel with the opportunity to enter and receive data on the required object (technological well) while being directly next to it at the geotechnological test site. Binding to a specific well is performed by scanning a special mark (QR-code) located on it or by selecting a well from the list. The device screen provides information on wells (number, location, design, passport), technological cells, well operation modes, chemical analysis data, well logging, repair and restoration works (RRW), data on pumping equipment, etc. Basic data can be displayed over the video image of the object received from the device's camera. Provides input of actual data on pumping units, operation of technological wells, carried out RRW, events and comments. The application implements manual and voice data input. All data is stored in the local database of the mobile device. The relevance of the data is maintained through synchronization with the databases of technological and geological data of the enterprise.

The application allows to increase the efficiency of field personnel due to prompt access to the necessary technological information, input of relevant data in the field, prevents their loss, helps employees make more informed decisions, and increases labor productivity.

Pravosud S.S.^{1,2}, Maslakov D.S.², Yakubov Ya.O.², Shchipkova G.A.²

VERIFICATION OF THE «ONE FUEL NODE – TWO COOLANT NODES» NUCLEAR REACTOR DYNAMICS MODEL WITH EXPERIMENTAL DATA

*¹Rosatom Technical Academy (IAEA Collaborating Centre)
Kurchatova st. 21, Obninsk, Kaluga region, 249031
Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: sspravosud@mephi.ru, sspravosud@rosatomtech.ru
danmaslakov@mail.ru, yarik.tomsk@yandex.ru*

VVER nuclear reactors are a Russian type of Pressurized Water Reactors (PWR). VVER – 1000 is the most common type of nuclear reactor on the Russian Federation territory. Hence, studying dynamics of this type of nuclear reactors is a prominent area of research.

Overall, there are several dynamic models which can describe the nature of transient processes. Despite this, the most common model, which is used for power control system development, demonstrates unphysical behavior: a sudden increase of the inlet temperature would cause a sudden decrease of the outlet temperature [1]. Thus, further improvement is needed for more precise description of the transients' nature.

To tackle that problem, Dr. Mann suggested a new thermal hydraulic model: his formulation uses two coolant nodes adjacent to a single fuel node. This thermal hydraulic model along with neutronic model which represented as a point kinetic approximation are used for PWR reactor.

In current work three group kinetic approximation Skinner-Cohen [2] is used together with one fuel and two coolant nodes.

Verification of this model was made with experimental data obtained from a full-size simulator [3]. The results given demonstrate higher accuracy of the description of transient processes in comparison with the “one fuel node – one coolant node” model.

REFERENCES

1. *Thomas W. Kerlin Belle R. Upadhyaya. Dynamics and Control of Nuclear Reactors. Elsevier Inc. edition, 2019*
2. M. Zaidabadi nejad, G.R. Ansarifar Robust feedback-linearization control for axial power distribution in pressurized water reactors during load-following operatio Nuclear Engineering and Technology 50, (2018), 97-106
3. *Вольман М.А. Имитационное моделирование нейтронно-физических и теплогидравлических процессов в реакторе ВВЭР-1000. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ФГБОУ ВО «ИГЭИ им. В.И. Ленина», 2017*

Savenko A.V., Ivanov M.L., Ivanov K.A., Kazantseva T.Yu.

DEVELOPING STUDENT'S DIGITAL TWIN AT THE NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY MEPhI

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, Russia, 636036
e-mail: avsavenko@mephi.ru*

In present-day educational reality, there are problems related to synchronization and digital transformation of data about all objects, connections, properties, regularities, and interrelations of the virtual, physical and social worlds. One of the examples for new educational reality is a digital twin (DT) technology, which is growing in popularity and becoming to assume stability in various industries [1].

DT in education should and will be developed not as simple copies of digital twins in industry (technical products, devices, etc.), but as "digital replicas" of social objects specific to digitization, with technical and administrative stability, on the one hand, and everything that is commonly referred to the concept of "human factor", on the other hand [2].

The student's DT is to include:

1) database to store information about the student: history of attendance, academic progress in the subjects, scientific works, participation in conferences, competitions, contests, and pastimes.

2) digital system to collect and process data about the student.

The implementation of digital technologies, i.e. DT, will enable the student to correspond to the standard highly qualified specialist, that enterprises need, and thus increasing the employment prospects for students after graduating from high school.

REFERENCES

1. Vihman V.V., Romm M.V. «Cifrovye dvojniki» v obrazovanii: perspektivy i real'nost' // Vysshee obrazovanie v Rossii. ["Digital Twins" in Education: Prospects and Reality] – 2021. – T. 30. № 2. – С. 22 – 32. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32.
2. Titova A.V., Suchkova M.YU. Cifrovye dvojniki v povyshenii kachestva obrazovatel'nyh uslug // TTPS. [Digital twins in improving the quality of educational services] – 2021. – №4 (58). – S. 57-63.

*Serbin A.V., Gutsul M.V., Istomin A.D., Noskov M.D., Sakirko G.K.,
Cheglov A.A.*

**INFORMATION SYSTEM FOR PLAN-FACT ANALYSIS OF
FINANCIAL AND ECONOMIC INDICATORS OF A
GEOTECHNOLOGICAL ENTERPRISE**

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Borehole in-situ leaching is currently an environmentally friendly and cost-effective method of uranium mining. Analysis and economic evaluation of the effectiveness of a geotechnological enterprise is a laborious process, the results of which determine the planning of the organization's financial activities for future periods. The use of high-performance information technologies and the provision of accurate and timely calculations in the enterprise. In connection with this rational development and application of a specialized information system.

This paper presents a description of the system of plan-fact analysis of financial and economic indicators of a geotechnological enterprise. This information system is a software package implemented in the Embarcadero RAD Studio 10.2 development environment. During the development, the C++ programming language and the principle of object-oriented programming were used. The system allows you to enter planned and actual values of economic indicators on a monthly basis, measure the entered values in the enterprise database, identify deviations of actual data from planned ones, examine data on the indicator in graphical and tabular form, and notify staff via e-mail in case of failure to meet plans. The accounting system takes into account such values of economic indicators as proceeds, net profit, semi-fixed costs, EBITDA, investment financing, etc.

The use of the information system will provide prompt access to up-to-date information on the financial activities of a geotechnological enterprise, the reliability of excluding the actual statistics of economic indicators from the planned ones and notifying the responsible personnel and management of the enterprise about this.

Serbin A.V., Gutsul M.V., Noskov M.D., Sakirko G.K.

INFORMATION SYSTEM FOR PRODUCTION INDICATORS DETECTING DEVIATIONS AND PROBLEM MANAGEMENT

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Well in-situ leaching is currently a cost-effective and environmentally acceptable uranium mining method. A large amount of data is accumulated during the work of geotechnological enterprises. To support the formation of management decisions, it is advisable to develop and implement an information system at enterprises that will provide prompt access to accumulated data, identify deviations of actual data from planned ones, and manage the life cycle of problems associated with deviations.

This paper presents a description of an information system for production indicators detecting deviations and problem management. This information system consists of three specialized modules. The module for the presentation and analysis of enterprise performance indicators shows the planned and actual values of technological indicators, and also reveals deviations of actual data from planned ones. The production problem management module displays a list of current problems of a specific enterprise unit, allows you to register new problems, manage the life cycle and view the history of the resolution of current problems. The module for presenting information on the state of production problems is designed to monitor the progress of solving problems of departments of the entire enterprise. To control the presentation of data, interactive tools are implemented inside the modules that support the functionality of a touch liquid crystal panel. The source of data for the operation of the information system is the technological database, which is automatically updated during the operation of the enterprise.

The use of the information system will provide prompt access to up-to-date data on the operation of the enterprise, timely identify deviations of the actual values of technological indicators from the planned ones, register problems associated with deviations, and manage their life cycle.

*Serbin A.V., Gutsul M.V., Istomin A.D., Noskov M.D., Sakirko G.K.,
Cheglov A.A.*

INVENTORY MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM OF A GEOTECHNOLOGICAL ENTERPRISE

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Well in-situ leaching is a cost-effective and environmentally acceptable uranium mining method. At different stages of the uranium mining process, geotechnological enterprises daily consume a large amount of chemical reagents such as sulfuric acid, sodium nitrite, ammonium nitrate, etc. The company's chemical inventory management includes operational control, timely replenishment and consumption forecasting. The organization of effective and efficient inventory management is necessary for the smooth operation of the enterprise. It's advisable to use an information system.

This paper presents a description of an information system designed to manage the stocks of chemical reagents of a geotechnological enterprise. This information system consists of three specialized modules. The data entry module is designed to enter planned and actual values of stocks, upper limit, safety stock and reorder point into the enterprise's technological database. Data is entered monthly and daily. In addition to data entry, the module has the functionality of displaying indicators in the form of tables and graphs. The data presentation module is designed to visualize all the entered data on changes in stocks and analyze planned and actual indicators. The notification module is intended for automatic distribution of electronic messages to the corporate mail of the personnel. Messages are sent if the current actual inventory levels are below the order or safety stock point, or exceed the upper limit.

The use of the information system ensures timely replenishment of stocks of chemical reagents and uninterrupted operation of the enterprise.

Serbin A.V., Gutsul M.V., Noskov M.D.

REMOTE ACCESS ORGANIZATION TO THE PLAN-FACT SYSTEM OF GEOTECHNOLOGICAL ENTERPRISE

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Well in-situ leaching is the main method of uranium mining. The main advantages of this mining method are low extraction costs and environmental safety. In order to increase the economic efficiency of the technological process of uranium mining, it's advisable to use information plan-fact analysis system. This class of information systems solves such problems as comparing of the planned values of the technological indicators of the enterprise with their actual values, analysis of the identified deviations.

This paper presents an information plan-fact analysis system, implemented as a specialized web application. The application architecture consists of two parts: backend and frontend. Backend is implemented in Python using the Django framework. It is responsible for authorizing the user, loading and processing all the information necessary for visualization from the technological database. Frontend is implemented in JavaScript using the React framework for creating user interfaces. Frontend is responsible for visualizing the planned and actual values of technological indicators of the main production, as well as deviations of the actual data from the planned ones. Information is displayed in the context of the enterprise, field, site, deposit, production block. The indicators are presented in the form of graphs and values for the selected date and are distributed across dashboards in various areas.

The use of the plan-fact analysis web application will provide remote monitoring and analysis of planned and actual indicators of the main production of a geotechnological enterprise using a device with an Internet connection and a JavaScript-enabled web browser.

*Секция
Социальные и экономические проблемы
инновационного развития атомной отрасли*

Вотякова И.В.¹, Волчкова И.В.²

ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ МОНОГОРОДА

*¹ Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

*² Томский государственный педагогический университет,
634061, г. Томск, ул. Киевская, 60
e-mail: volchkovairina@bk.ru*

Проблема недостаточной эффективности профориентационной работы в России в последние годы не теряет своей актуальности. Проблемное поле расширяется в моногородах, когда ограничен не только рынок труда, но присутствует недостаточная информированность населения о различных профессиях и возможностях обучения.

Кроме того, в моногородах часто отсутствуют перспективные профессии, которые могут быть востребованы на рынке труда. Это может привести к тому, что молодые люди вынуждены выбирать из ограниченного числа профессий, которые не всегда соответствуют их интересам и способностям. Также в моногородах может быть недостаточно развита образовательная инфраструктура, необходимая для обучения и развития профессиональных навыков.

Для решения проблем профессиональной ориентации в моногородах важно проводить информационную работу с молодыми людьми и помогать им определиться с выбором профессии, основываясь на их интересах и способностях. Целесообразно создание цифровых информационных ресурсов, где молодые люди могут получить информацию о различных профессиях, требованиях к квалификации, возможностях обучения и трудоустройства.

Кроме того, социальное партнерство может стать действенным инструментом профессиональной ориентации школьников в условиях моногорода. В моногородах часто отсутствуют разнообразные возможности для профессионального развития, что может приводить к ограниченности выбора профессии у выпускников школ. Социальное партнерство может помочь решить эту проблему, предоставляя школьникам доступ к информации о различных профессиях и возможностях их обучения и развития. Социальное партнерство может обеспечить школьникам возможность практического опыта работы в различных сферах, что поможет им определиться с выбором профессии и приобрести необходимые навыки и знания.

Вотякова И.В.¹, Волчкова И.В.²

РАЗВИТИЕ НЕСТАНДАРТНОЙ ТРУДОВОЙ ЗАНЯТОСТИ В МОНОГОРОДЕ

¹ Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

² Томский государственный педагогический университет,
634061, г. Томск, ул. Киевская, 60
e-mail: volchkovairina@bk.ru

В условиях моногорода, когда ограничено не только количество покупателей трудовых ресурсов (работодателей), но и разнообразие рабочих мест по определенным специальностям, обеспечение устойчивого развития рынка труда возможно только при поддержке развития нестандартных (гибких) форм занятости.

Сегодня развитие самозанятости, индивидуального предпринимательства, надомной работы и других форм нестандартной занятости существенно расширяет возможности социально-экономического развития моногорода. При этом важным аспектом стимулирования развития гибких форм занятости является формирование активной позиции населения в вопросах повышения собственной конкурентоспособности. Это главным образом связано со способностью, готовностью и возможностью населения осваивать новые компетенции, которые востребованы на рынке труда конкретного моногорода средствами формального и неформального образования. В настоящее время подобная возможность предоставляется в рамках федерального проекта «Содействие занятости» национального проекта «Демография», который нацелен на «содействие занятости отдельных категорий граждан путем организации обучения для приобретения и развития компетенций, обеспечивающих мобильность на рынке труда» [1].

Еще одним немаловажным аспектом является стимулирование развития сервисов кадровых центров в моногородах для населения по поиску вакансий, предусматривающих гибкие формы занятости, в том числе для подростков, женщин, находящихся в отпуске по уходу за ребенком и отдельных социальных категорий граждан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ. Федеральный проект «Содействие занятости». URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/demography/2> (дата обращения 31.03.2023).

Вотякова И.В.¹, Катаева Н.В.²

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: vivkart3h@yandex.ru*

*²Отделение Фонда пенсионного и социального страхования РФ по
Томской области, 634034, г. Томск, пр. Кирова, 41/1
e-mail: lonat@bk.ru*

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний является видом социального страхования и предусматривает: обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска; возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных случаях путем предоставления застрахованному в полном объеме всех необходимых видов обеспечения по страхованию, в том числе оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию; обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Система социального страхования призвана обеспечить заинтересованность работодателя в снижении профессионального риска, с целью максимально снизить число и тяжесть несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Чтобы существенно уменьшить уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, необходимо экономически стимулировать работодателей к проведению предупредительных мер, улучшению охраны труда, внедрению безопасных технологий и т.п.

Согласно статистическим данным, численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом по Томской области за последние годы имеет тенденцию к снижению (с 290 чел. в 2014 г. до 179 чел. в 2021 г.).

Важнейшей проблемой страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний является проблема развития системы реабилитации пострадавших. При анализе российского законодательства, становится очевидным, что неоправданно малое влияние уделяется данной функции социального страхования. Необходимы такие механизмы, которые помогли бы утвердить принцип приоритета реабилитации.

Гаман Л.А.

**РОССИЙСКАЯ ИМПЕРИЯ И РУССКАЯ КУЛЬТУРА В СВЕТЕ
ПРОБЛЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ И РАЗРЫВОВ: ВЗГЛЯД
Г.П. ФЕДОТОВА (1886–1951 гг.)**

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: GamanL@yandex.ru*

Тема империи широко представлена в творчестве русского историка, религиозного мыслителя Г.П. Федотова (1886–1951), посвятившего немало своих работ изучению феномена Российской империи в тесной связи с судьбами русской культуры. Оригинальность подхода ученого заключается в его интерпретации Российской империи как явления динамического, как неизбежного результата российского исторического процесса, *трагического* по своему характеру. Будучи сторонником православно-христианской идеи о нации как соборной личности и ее историческом призвании, он исследовал тему Российской империи в фокусе проблемы преемственности и разрывов, высказав немало ценных суждений о своеобразии ее устройства и неоднозначном влиянии на русскую культуру. Этот блок размышлений ученого сохраняет свою актуальность вплоть до настоящего времени с учетом значения проблемы «Восток – Запад» для современного российского общества.

На страницах своих работ Г.П. Федотов уделил внимание специфике петровской модернизации, исходно нацеленной, по его мнению, на технико-технологические преобразования, однако в результате обусловившей трансформацию всего общества. Коренной причиной такого тотального воздействия петровских реформ ученый считал отсутствие собственной национальной интеллектуально-научной традиции в допетровской период российской истории. Историческое своеобразие и предназначение созданной Петром империи он видел в широком распространении европейского просвещения. Лишь этой великой миссией могла быть оправдана, по его убеждению, территориальная и культурная экспансия российского государства. Не сомневаясь в необходимости петровских преобразований, Г.П. Федотов одновременно подчеркивал глубину вызванного ими культурного раскола общества и его долговременных трагических последствий. *В целом*, своеобразие позиции ученого определялось его восприятием реформаторской деятельности Петра I как важного условия преодоления отсталости России, необходимого для поступательного развития собственной национальной культуры.

Зимин А.А., Вотякова И.В.

АВАРИЯ НА ФАЭС И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЯПОНИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bolyle558@gmail.com*

Авария на Фукусиме, произошедшая в 2011 году, негативно повлияла на разные сферы государства: политическую, социальную и экономическую. Помимо последствий внутри страны, авария отразилась на других государствах.

Авария значительно повлияла на окружающую среду, общий уровень загрязнения почвы радиоактивным цезием составил около 600 км². Таким образом, площадь, подлежащая дезактивации земли составила 3% от Японии. После чего, 53 страны и Евросоюз ввели запрет на импорт сельскохозяйственной продукции и продуктов питания из Японии. А внутри самой страны, спрос на продукцию из северного Хонсю значительно упал из-за опасений потребителей, а в 2017 году цены на продукцию из Фукусимы оставались ниже рыночной [1].

До аварии, Япония обладала развитой атомной энергетикой — 54 энергоблока АЭС давали 30% всей электроэнергии. Планировалось к 2030 году довести эту долю до 50%. Но после аварии, все АЭС были остановлены до проведения проверок, стресс-тестов, модернизации с повышением безопасности и получения разрешения на перезапуск от местных жителей. Возникший дефицит электроэнергии в 2011 году (до 40%) перекроил энергетiku Японии, и без того бедную на ресурсы, на большее использование завозного угля, газа и нефти.

Общие затраты Японии на ликвидацию последствий аварии на АЭС Фукусима-Дайичи по данным японского правительства могут составить около 188 млрд. долларов. Из них около 70 млрд. \$ — выплаты компенсаций, около 45 млрд. \$ — расходы на очистку территорий и обращение с отходами. При этом вклад самой компании ТЕРСО составляет около 140 млрд. \$, а других энергетических компаний — около 30 млрд. \$. Сама компания ТЕРСО чтобы избежать банкротства была вынуждена перейти под контроль государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов А.В. Япония. Экономика и бизнес. СПб: Издательство СПбГУ-2017. - 954 с.

Искужин Б.Э., Гаман Л.А.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО МАГАТЭ В ОБЛАСТИ МИРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: AtomicStudent@yandex.ru, iskuzhin04@bk.ru*

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) – организация, основанная в 1954 г. по инициативе ООН, осуществляет деятельность по развитию международного сотрудничества в сфере мирного использования атомной энергии. Ядерная энергетика интенсивно развивается в 30 наиболее развитых в экономическом отношении странах. Под эгидой МАГАТЭ также осуществляется развитие «мирного атома» в странах-«новичках» ядерного клуба. Изучению деятельности МАГАТЭ посвящено немало работ. Такие авторы, как Сурчина С.И., Жарких М.В., Лысенко М.Н. и др. освещают основные направления деятельности этой организации, ее положительные достижения и проблемы, сопутствующие развитию атомной энергетике. Эта тема является актуальной с учетом быстрого развития ядерной энергетике в разных странах. В современных геополитических условиях актуальность темы возрастает в связи с обострением проблемы безопасности объектов атомной промышленности. Целью данной работы является характеристика основных направлений сотрудничества МАГАТЭ и ядерных держав.

Основными направлениями международного сотрудничества являются: 1. *Гарантия атомного нераспространения.* По Договору о нераспространении ядерного оружия (1968 г.) на МАГАТЭ возложена функция контроля над выполнением договорных обязательств его участниками. Основной целью т.н. «гарантий МАГАТЭ» является предотвращение переключения атомной энергии с мирного применения на создание ядерного оружия в странах, не обладающих таковым. 2. *Обеспечение радиационной безопасности.* МАГАТЭ оказывает помощь в профилактике радиационных аварий и преодолении их последствий. Накопленный опыт позволил создать целостную систему критериев для защиты персонала и населения в случае радиационной аварии. 3. *Взаимодействие с общественностью, как условие развития ядерной энергетике.* С этой целью в 2016 г. по инициативе МАГАТЭ была создана Глобальная коммуникационная сеть по ядерной безопасности и защите. В целом, деятельность МАГАТЭ создает условия для атомной безопасности в мире.

Корсак К.С., Вотякова И.В.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО- И РАДИАЦИОННО - ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: karina_korsak@bk.ru*

Проблемы ликвидации ядерно- и радиационно- опасных объектов (ЯРОО), эксплуатация которых по проектному назначению прекращена, а также обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами являются ключевыми для устойчивого развития атомной энергетики в будущем. По мере старения атомных станций остро встал вопрос по решению финансового обеспечения ликвидации реакторов. В целях решения первоочередных проблем «ядерного наследия» на территории Российской Федерации правительством выдвинуто постановление «О финансировании особо радиационно- опасных и ядерно- опасных производств и объектов». Проведя анализ, были сделаны выводы, что этого недостаточно. [1]

Мировая практика планирования работ по выводу из эксплуатации ЯРОО демонстрирует большие трудности в части точности планирования и оценки стоимости таких проектов на предпроектном этапе, что необходимо при разработке и утверждении масштабных долгосрочных программ с преобладающим участием государства. В связи с этим, становятся актуальными задачи развития методологии повышения точности оценок, методик сбора и систематизации данных о ЯРОО, оценка стоимости работ, анализ рисков. Таким образом, в работе выдвинуты гипотезы по решению основных проблем формирования финансирования: утверждение объектовой концепции вывода ЯРОО из эксплуатации, разработка исходно-разрешительной документации на вывод ЯРОО из эксплуатации, подготовка технических средств и временной инфраструктуры, захоронение радиоактивных отходов на объекте, передача объектов консервации для сохранения под наблюдением или возврат площадки в общехозяйственный оборот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев В.В., Абакумова А.С., Крянев А.В. Обоснование выбора варианта вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. –2018. – № 2. – С. 24–28.

Костерин В.А., Гаман Л.А.

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО КАК КАНАЛ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Vladkosterin44@gmail.com*

В последние годы наблюдается снижение интереса молодежи к научно-исследовательской деятельности, одним из показателей чего стало уменьшение количества защит кандидатских диссертаций выпускниками аспирантуры. Между тем, от научно-познавательной активности молодежи во многом зависит устойчивое развитие страны, ее конкурентоспособность. В этой связи актуальным является создание условий для получения студентами вузов разнообразного опыта научно-исследовательской работы. Одним из важных каналов для этого служит *студенческое научное общество* (СНО), участие в котором позволяет студентам не только расширить возможности для самореализации, но и познакомиться с организацией научной работы, освоить необходимые для этого навыки, научиться управлять своим временем, способствует усилению мотивации к научному творчеству в целом. Эта тема вызывает интерес многих авторов, таких как Е. П. Бачурина, М. В. Сычева, О. А. Янутш и др. Целью данной работы является освещение отдельных направлений деятельности СНО.

Деятельность СНО в российских вузах регламентируется соответствующими нормативными документами. Так, согласно «Положению о студенческом научном обществе СТИ НИЯУ МИФИ», СНО является общественной организацией, «объединяющей студентов, участвующих в научно-исследовательской, проектно-конструкционной, внедренческой и другой творческой деятельности, в работе по изучению материалов учебных дисциплин, выходящих за рамки учебных планов и программ, а также профессоров, преподавателей и научных сотрудников института, руководящих вышеуказанной деятельностью студентов». Наряду с непосредственным участием в научной работе, участники СНО организуют мероприятия для студентов и школьников с целью привлечения внимания талантливой молодежи к науке. Так, в СТИ НИЯУ МИФИ силами членов СНО проводились такие мероприятия, как инженерная игра «Я знаю сопромат», «Атомный ринг», «Матрица». др. *В целом*, СНО может рассматриваться как важный канал популяризации научного знания в молодежной среде, а его деятельность должна широко освещаться и поддерживаться.

Кошельская А.С., Ретунская Т.Н.

ЧЕЛОВЕКОЦЕНТРИЧНОСТЬ – НОВЫЙ ПОДХОД ТРЕБОВАНИЙ ГК «РОСАТОМ» К ВЫПУСКНИКАМ ВУЗОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bvp8eebk@gmail.com*

Атомная энергетика с каждым годом набирает обороты. Увеличение популярности и развития данного метода получения энергии способствует формированию новых крупных компаний, особенностью которых является наличие многочисленных трудовых коллективов, коммуникация и правильное выстраивание взаимоотношений, в которых играет огромную роль.

Формирование сплоченного трудового коллектива на АЭС не только способствует продуктивной работе, но и предупреждает многие чрезвычайные ситуации. По результатам анализов стабильное эмоциональное состояние, дружеское отношение внутри коллектива и сплоченность команды предупреждают ошибки, из-за которых могут произойти неполадки или катастрофы.

Работа ГК «РОСАТОМ» с каждым годом становится все более ориентирована на человекоцентричный подход, это свойство компании при котором их деятельность ориентирована на соблюдение интересов человека как личности, как части рабочей команды и как члена общества. При таком подходе во главу интересов компании наряду с успешным продвижением ставится и личный подход, соблюдение границ и интересов каждого сотрудника. Об этом свидетельствуют нормативные акты компании и анализ работы независимыми экспертами.

Средний индекс человекоцентричности в промышленных компаниях составляет 48%, для ГК «РОСАТОМ» 52%. Высокий индекс человекоцентричности является важным показателем для предприятий, поскольку увеличивает в целом довольство сотрудников своей работой. Так по исследованиям за 2023 год в ГК «РОСАТОМ» почти три четверти сотрудников довольны индивидуальным программам карьерного роста, так же активно решаются вопросы питания, транспортных, жилищно-коммунальных услуг, об это можно судить по исследованию или социальной политике ГК «РОСАТОМ».

Человекоцентричность, важное качество для выпускника вуза, как будущего специалиста и руководителя, он способствует уменьшению текучки кадров, благоприятной рабочей атмосфере и увеличению темпов производства.

Кульбака И.С., Соловьева Е.С., Филиппова Н. А.

ТОСЭР КАК ИНСТРУМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: kulbakai@mail.ru*

В современном мире с каждым годом растут показатели оценки эффективности особых экономических зон. В будущем планируется продление срока действия режима ТОСЭР и объединение некоторых территорий в единую зону ТОР.

Территория опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) - часть территории субъекта РФ с необходимой инфраструктурой, на которой в соответствии с ФЗ-№473 от 29.12.2014 года, резидентам ТОСЭР установлен особый правовой режим осуществления предпринимательской и иной деятельности. Цель создания ТОСЭР - формирование благоприятных условий для привлечения инвестиций, обеспечения ускоренного социально-экономического развития и создания комфортных условий для обеспечения жизнедеятельности населения.

Продолжающиеся с начала 90-х годов процессы стремительного сокращения численности населения России, деградация моногородов - проблемы, стоящие перед государством уже длительное время, а решение их – это основная задача государственной региональной политики. Работа по созданию специальных территорий и адресной поддержки началась в девяностые годы, а с принятием ФЗ-№116 от 22.07.2005 года «Об особых экономических зонах в РФ» на сегодняшний день приняла системный характер. С 2020 по 2022 годы благодаря механизму ТОСЭР по стране создано более 43 тысяч новых рабочих мест, привлечено более 155 млрд. рублей инвестиций.

ТОСЭР «Северск» создана в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 12 февраля 2019 года № 132. За эти годы привлечено более 12 млрд. рублей инвестиций, а также создано более 1500 рабочих мест. Власти Томской области планируют в 2024 году направить свыше 500 миллионов рублей на строительство инфраструктуры для «Сибирского титана», который будет построен на ТОР в Северске. Государственная экономическая политика по привлечению инвестиций в развитие территорий через механизм ТОСЭР является перспективным направлением развития страны в целом.

Лукашевич О.Д., Лукашевич В.Н.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ АТОМНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
e-mail: odluk@yandex.ru; vnluc@yandex.ru*

Атомная энергетика и промышленность действуют на основе принципа «максимальной достижимости безопасности», в то время как в других отраслях требования безопасности реализуются по принципу «минимальной достаточности». Какому из принципов должна соответствовать экологическая политика дорожно-транспортного комплекса при выполнении им работ для атомно-энергетического комплекса (АЭК)?

К основным элементам экологической политики предприятий атомной энергетики применительно к системе «транспортной строительство – АЭК» можно отнести: соблюдение принципов рационального природопользования; защиту и восстановление природных объектов на территории промышленной деятельности; строгое выполнение регламентов по рекультивации земель; обеспечение безопасности труда; совершенствование систем радиационного контроля и экологического мониторинга.

Среди целей развития транспортной системы России до 2030г. обозначены: повышение безопасности транспортной системы; снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду.

Совмещение двух приведенных перечней показывает, что при дорожно-строительной деятельности на территории предприятий АЭК возникают дополнительные требования к обеспечению техносферной безопасности. Для их реализации необходимы дополнительные затраты. Кем должны финансироваться работы по их реализации?

Думается, хотя бы частично, – государством, т.к. частным дорожно-строительным компаниям бывает это делать трудно. Вопросы государственно-частного финансирования в дорожном строительстве в России имеют сравнительно непродолжительную историю. Изучение зарубежного опыта может принести новые положительные результаты.

Луценко А.В.

ОБРАЗОВАНИЕ КАК СЕРДЦЕВИНА СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: AVLutsenko@mephi.ru*

Экономика любой сколько-нибудь развитой страны в наше время не может эффективно функционировать без адекватно выстроенной системы среднего и высшего образования, ориентированной на формирование целостной социальной личности с набором специализированных профессиональных знаний, которые соответствуют современному состоянию науки и техники. Решение этой задачи возможно лишь путем синтеза достижений естественных и гуманитарных наук – прежде всего, нейрофизиологии, социальной психологии, логики, истории, философии и методов системного анализа. Учет особенностей восприятия информации, задаваемых не только культурой общества и воспитанием личности, но и функциональными характеристиками нервной системы, позволит установить гармоническое соответствие между целерационально ориентированным (аксиоматическим) и эмоционально-образным (ассоциативным) компонентами познания, чтобы реализовать интегративно-транзитивную функцию человеческого мышления. Это положительно скажется на подготовке современного специалиста.

Проблема в том, что процессы, происходящие в современном образовании, нередко препятствуют подобному синтезу, формируя вместо целостных знаний всё более изолированные и дробные компетенции, которые учащийся не может самостоятельно интегрировать в непротиворечивую систему представлений об окружающем мире, поскольку с детства не получает возможности для развития соответствующих навыков: учебные программы средней школы ориентируют не столько на систематизацию и анализ получаемых сведений, сколько на воспроизведение заданных шаблонных образцов по установленным алгоритмам. Кроме того, фрагментарный характер передачи учебной информации неизбежно формирует особое – клиповое – сознание, бессистемно соединяющее в себе обрывки достоверных объективных сведений, предвзятых субъективных мнений, неподтвержденных гипотез, пустых метафор и ошибочных догадок, – и всё это сам учащийся совершенно искренне принимает за «точное знание на уровне современных мировых стандартов», пока не столкнется с жизненной ситуацией, в которой усвоенная комбинация представлений «не работает».

Огнева А.А., Вотякова И.В.

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: angelina.ogneva@mail.ru*

С каждым годом увеличивается потребность вывода из эксплуатации объектов, которые представляют собой ядерную и радиационную опасность. Для решения задач, обусловленных данной проблемой в Российской Федерации была создана Федеральная Целевая Программа по обеспечению ядерной и радиационной безопасности. На данный момент наступила вторая стадия проекта, которая продлится до 2035 года. За прошлый год по Программе проводились практические работы в рамках 35 из 131 мероприятия с общим объемом финансирования 32,5 млрд руб. (14,2 млрд руб. из средств федерального бюджета и 18,3 млрд руб. из внебюджетных источников) в 29 регионах России по направлениям: вывод из эксплуатации и поддержание в безопасном состоянии ядерно и радиационно опасных объектов; реабилитация радиационно загрязненных территорий; извлечение и обращение с накопленными РАО и их захоронение; размещение на долговременное хранение и переработка ОЯТ. Степень достижения основной цели Программы за период 2016-2022 гг. составила 33,8% при плановом значении 33,0%, что обусловлено своевременным выполнением работ и использованием эффективных механизмов по оптимизации финансовых, технологических, трудовых и временных ресурсов.

Рассматривая комплексные работы по выводу предприятий из эксплуатации, можно выделить объекты, к которым прикладываются большие усилия для достижения приоритетных задач. В их число входит площадка АО «ВНИИНМ» (г. Москва), где в 2022 году был завершен комплекс работ по выводу из эксплуатации первой опытной установки по извлечению плутония – установки У-5, в это же время на территории ФГУП «ПО Маяк» была завершена ликвидация 7 объектов, представляющих опасность. В сравнении с иностранным опытом, Российская Федерация входит в число лидирующих стран, осуществляющих решение проблем по выводу из эксплуатации. Примером тому служит увеличение оборотов вывода объектов в РФ.

Огнева А.А., Ретунская Т.Н.

ВЛАДЕНИЕ МНЕМОТЕХНИКОЙ КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: angelina.ogneva@mail.ru*

Мнемотехника – это совокупность методов, способов и приемов, которые обеспечивают эффективное запоминание, сохранение и воспроизведение информации, а также развитие речи. В настоящее время использование мнемотехники в современном времени становится актуальным для решений данных практических задач, как в процессе обучения, так и в течение самой жизни. Языком мозга, прежде всего, являются зрительные образы. Если обращаться к мозгу на его языке, он с легкостью осуществит одну из своих команд, то есть команду «запомнить».

Из этого следует, что следует озадачиться поиском программ, благодаря которым получится общаться с мозгом и кодировать все нужные сведения на образный язык. Такой программой служит обширная система – мнемотехника. С помощью десятков мыслительных операций можно установить "контакт" с мозгом и сознательно контролировать некоторые его функции, особенно функцию запоминания. Мнемонические техники изучаются с древних времен, начиная с древнегреческих мыслителей, таких как Пифагор Самосский, известных мнемонистов XX века, таких как Тони Бьюзен и Доминик О'Брайен, и заканчивая современными кандидатами психологических и естественных наук, Бура Л.В., Хохлова Л.П.

Целью владения мнемоникой как залог успешного обучения, является развитие различных видов памяти, манипулирование и увеличение объема памяти с помощью мнемонических техник. В качестве примера можно привести развитие связной речи, преобразование абстрактных символов в образы (перекодирование информации) и развитие основных психических процессов, таких как память, внимание и метафорическое мышление. Объектом исследования является процесс запоминания. Предметом исследования выступает эффективность мнемонических техник.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бура Л. В. Теоретические основы применения методов и приемов мнемотехники в современном образовании//Гуманитарные науки, 2018. №4.

Останина И.М., Ретунская Т.Н.

АГРЕССИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТУДЕНТОВ КАК СОЦИАЛЬНО – ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ira.fateeva.2001@mail.ru*

Феномен агрессии, агрессивного поведения в образовательной среде представляет собой серьезную проблему в наше время. Проявление агрессии можно рассматривать, как процесс и результат нарушения воспитательных отношений в организации обучения. Режимная и дидактическая нагрузка, которая превышает психофизиологические возможности студента, приводит к проблемам в адаптации, не успешности в учебной деятельности. Неудачи студента в учебной деятельности и студенческой жизни влекут за собой появление и закрепление на психологическом уровне различных защитных реакций, а затем и способов протеста, которые могут проявляться в агрессии, направленной как на внешние раздражители, так и на себя или против себя.

В рамках социально-психологической концепции агрессии Э. Фромма оспаривается мнение представителей биологического подхода к агрессии, утверждается, что объяснение насилия, жестокости, деструктивности человека следует искать в «человеческом потенциале». В таком представлении в основе агрессии, насилия, жестокости в человеческих отношениях лежит состояние человека, обусловленное социальными факторами, прежде всего, условиями его воспитания, социализации.

Структура социальных представлений об агрессии представляет собой взаимосвязь социальных установок и социальных норм, принятых в обществе. На социальные представления об агрессии оказывают влияние социокультурные особенности региона проживания, социально - психологические особенности среды обучения, возрастные особенности респондентов, мировая обстановка. Так же наблюдение за агрессией таких близких ребенку людей, как родителей, формирует терпимое отношение к агрессивному поведению, которое начинает рассматриваться как вполне нормальный способ взаимодействия с другими людьми, и что приводит к плохим последствиям.

Попова Д.Н.

ВЛИЯНИЕ УГРОЗ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ НА ЭКОНОМИКУ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

*Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
e-mail: office@tusur.ru*

Кибербезопасность является критически важным аспектом для экономики атомной отрасли. Эта отрасль включает в себя системы, которые обеспечивают производственные процессы и защиту, что делает её очень уязвимой в случае кибератак [1].

Киберугрозы в атомной отрасли могут привести к серьезным последствиям.

Любая утечка данных может стать очень дорогой, если злоумышленник получит доступ к конфиденциальной информации об интеллектуальной собственности или рыночных планах. Такие события могут существенно повлиять на репутацию компании и привести к утрате доверия со стороны клиентов.

Объем экономики атомной отрасли в России составляет значительную долю от общего экономического потенциала страны и, следовательно, любой негативный эффект на эту отрасль может оказать серьезное влияние на экономику в целом [2].

Если компания не в состоянии предотвратить кибератаку, то это может создать проблемы с инвесторами и регуляторными органами, что приведет к снижению доверия к компании и ее деятельности.

В современном мире кибербезопасность является важным аспектом для любой отрасли, и особенно для такой ответственной и критически важной, как атомная. Чтобы обеспечить безопасность и защиту своих систем, компании должны быть готовы к комплексной защите от угроз, а также к усиленным мерам обеспечения безопасности и контроля [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хлопов О.А.* Проблемы кибербезопасности и защиты критической инфраструктуры // The Scientific Heritage. 2020. №45-5 (45).
2. *Прусова В.И., Бочков С.П., Сафонова К.М.* Анализ современного состояния атомной энергетики в российской федерации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. №2.
3. *Карасёв П.А., Стефанович Д.В.* Кибербезопасность критически важной инфраструктуры: Новые вызовы // Россия в глобальной политике. 2022. №6 (118).

Ретунская Т.Н.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: rvp070851@mail.ru*

Актуальность настоящей работы определяется тем, что цифровые технологии, которые раньше играли роль вспомогательного устройства, приобрели ведущую роль в обучении студентов, стали выполнять не только процесс приема и передачи информации, но и взяли на себя обучающие функции. В результате мировосприятие и профессиональная деятельность начинают соответствовать основным критериям компьютерного, высокотехнологического и искусственного мира, а его отдельные личностные показатели, индивидуальные качества начинают во многом соответствовать техническим характеристикам: мыслительная сфера приобретает устойчивый логический, структурированный и последовательный характер, а эмоциональная сфера становится дефицитарной, выхолащенной. В поведении людей отмечается резкое смещение в сторону рациональности, критического мышления, объективно-формального отношения и понимания окружающей действительности. В результате в обществе в геометрической прогрессии начинает расти уровень формально-логических поступков, которые изначально соответствуют бездуховности человека и напоминают работу компьютерных программ.

Включенность педагога в совместное обучение в виртуальном пространстве по решению практических задач, позволит качественным образом изменить акцент педагогического взаимодействия на общую гуманизацию отношений между преподавателями и студентами. Развитие в цифровом образовательном процессе устойчивых межличностных отношений должно привести к тому, что его участники не только выполняют свои профессиональные и учебные обязанности, но и создают информационное коммуникативное пространство. В результате обучение приобретает совершенно иную направленность: оно становится эмоционально и творчески насыщенным, позволяющим решать различные нетривиальные задачи.

Сабитов Ш.К.

СОЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВОДОРОДНОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Казанский Государственный Энергетический Университет,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, КГЭУ.
e-mail: larrypoistone@gmail.com*

Водородная энергетика и атомная отрасль – это две ключевые области инновационного развития. Однако внедрение этих технологий также вызывает социальные и экономические проблемы, которые нужно учитывать при разработке стратегий развития.

Социальными проблемами, связанными с развитием водородной энергетика, являются: необходимость модернизации существующей инфраструктуры, неравенство в доступе к энергетическим ресурсам между различными регионами, высокие затраты на исследования и разработки.

Среди социальных проблем ядерной энергетика можно отметить вопросы безопасности, связанные с возможными авариями и выбросами радиоактивных веществ. Можно также выделить: проблемы безопасности - возможные аварии на ядерных станциях могут привести к значительным потерям жизни и здоровья людей, а также к экономическим потерям, проблемы с обращением с радиоактивными отходами, проблемы с недостатком кадров, проблемы социального доверия

Несмотря на социальные проблемы, развитие водородной и ядерной энергетика имеет свои преимущества и может привести к существенному улучшению экономического и социального развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Филимонова А.А.* Перспективы развития водородной энергетика в Татарстане. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. – 2022. – Т.22, № 6. – С.79-91.
2. NREL. Gasoline Internal Combustion Engine Vehicle // NREL Transportation Annual Technology Baseline 2020 [online]. URL: www.atb.nrel.gov/transportation/2020/index.html?t=lg (дата обращения: 10.01.23).
3. Staffell, L. et al. The role of Hydrogen and Fuel Cells in the Global Energy System // Energy & Environmental Science. – № 2. – 2019. – [Электронный ресурс]. <https://www.pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2019/ee/c8ee01157e> (дата обращения: 1.03.23).

Степанов К.И., Филиппова Н.А.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГК «РОСАТОМ»: СОВРЕМЕННЫЙ АСПЕКТ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: kirill.koma@mail.ru*

Госкорпорация «Росатом» - структура с разносторонними проектами и планами в области экономики. В современном мире компаниям требуется динамичное и гибкое управление рисками для оперативного реагирования на изменения внешней повестки.

На сегодняшний день факты результативности деятельности «Росатом»: валютные обязательства выполнены без необходимости привлечения дополнительных средств на компенсацию колебаний курса; учтена разносторонняя динамика валюты источников финансирования проектов; экономический эффект от использования внутригруппового финансирования накопленным итогом в целом по отрасли составляет порядка 44 млрд. рублей; подтвержден рейтинг Корпорации от национального рейтингового агентства «АКРА» на максимально возможном уровне AAA (RU), прогноз «Стабильный»; инвестиционная программа выполнена на 76 %, доходность инвестиционного портфеля составила 16,6%. Деятельность крупнейших организаций Госкорпорации «Росатом» определяет социально-экономический климат в пристанционных городах, закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО), на территориях опережающего социально экономического развития (ТОСЭР). Поэтому Корпорация уделяет особое внимание повышению качества жизни в городах атомной энергетики и промышленности. В рамках реализации соглашений утверждены программы мероприятий социально-экономического развития городов атомной отрасли. По итогам конкурсных процедур муниципальными образованиями заключены контракты на сумму 3 041,7 млн. рублей. Местным бюджетам из бюджетов субъектов Российской Федерации в рамках реализации действующих соглашений направлено 3 125,5 млн. рублей, уже освоено 2 651,6 млн. рублей. Совокупный фактический объем капитализации проектов резидентов составляет более 1 216 млрд рублей, создано 765 рабочих мест.

Конкурентоспособность услуг Госкорпорации «Росатом» основывается на уникальной материально-технической базе и кадровых ресурсах, а также на опыте координации деятельности научных, проектных и конструкторских организаций и на текущий момент является крупнейшим мировым игроком.

Сусакин В.А., Кравченко Е.В., Огнева А.А., Луценко А.В.

ЖИВАЯ ИСТОРИЯ СЕВЕРСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bvp8eebk@gmail.com*

У многих со школьного времени история страны, города или предприятия ассоциируется исключительно со списком дат, событий и имен, к которому иногда добавляются академические определения государства, нации и т.д. За подобными сухими описаниями забывается то, что в реальности история представляет собой процесс созидательного труда людей, которые преобразуют мир для себя и последующих поколений. Именно в таком – непривычно живом – виде предстает история развития СТИ НИЯУ МИФИ в серии интервью с заслуженными преподавателями и руководителями института. Объединив рассказы о постепенном развитии вуза, начинавшего работу в качестве Отделения №1 ТПИ и фактически остающегося главным средоточием передовой научной мысли ЗАТО Северск, можно выделить ключевые принципы, определивших эволюцию института:

1) Интеграция вместо конкуренции: работа по развитию института осуществлялась коллективом специалистов, где каждый, словно музыкант в симфоническом оркестре, исполнял свою часть общей программы действий в согласии с остальными.

2) Системный характер работы вместо узкой специализации – с самого начала имелся «прицел» на развитие образовательного комплекса «техникум – вуз» (впоследствии «колледж – вуз»), обеспечивающего подготовку рабочих и инженеров для атомной отрасли. Это позволяет СТИ реализовать концепцию непрерывного обучения специалистов госкорпорации «Росатом».

3) Коллективизм вместо индивидуализма – наибольшего успеха добиваются те структурные подразделения, где сотрудники совместно работают над общим исследовательского или прикладным проектом. Этот принцип в итоге обеспечил успешный переход нашего вуза из статуса филиала ТПУ в ранг самостоятельного учебного заведения.

Внедрение этих принципов в мировоззрение будущих руководителей-производственников должно способствовать закреплению и развитию прогрессивной модели сотрудничества высококвалифицированных специалистов в процессе реализации сложных наукоемких проектов.

Теребова А.А., Гаман Л.А.

**АВАРИЯ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ГЛАЗАМИ
СОВРЕМЕННОКОВ: НА ПРИМЕРЕ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ
ПОВЕСТИ ИНЖЕНЕРА-АТОМЩИКА Г.У. МЕДВЕДЕВА
«ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ ТЕТРАДЬ»**

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: lalka123zubov@yandex.ru*

Крупнейшая в истории атомной энергетики авария произошла 26 апреля 1986 г. в Чернобыле. Результатом аварии на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС стала гибель тысяч людей от прямого и отдаленного действия радиации на человеческий организм, загрязнение окружающей среды, эвакуация граждан из зоны загрязнения, экономический ущерб. Катастрофа подобного масштаба привела к необходимости переосмысления рисков, связанных с развитием атомной энергетики, заострила проблему безопасности объектов атомной отрасли. «Уроки Чернобыля» сохраняют свою актуальность до настоящего времени в условиях быстрого развития атомной энергетики в мире. В этой связи вызывают интерес свидетельства современников аварии, являющиеся важным историческим источником для углубленного понимания ее причин и последствий. Целью данной работы является анализ документальной повести инженера-атомщика Г.У. Медведева «Чернобыльская тетрадь», впервые опубликованной в 1987 г. в журнале «Новый мир», в которой представлена объективная и честная информация о Чернобыльской катастрофе. На основе обширного материала Медведев выявляет факторы, которые привели к аварии и которые затруднили преодоление ее последствий. Среди ее причин автор указывает на свойственное ряду руководителей атомной отрасли разных уровней игнорирование опыта предыдущих аварий на АЭС в СССР и в США, замалчивание рисков, связанных с производством атомной энергии, слепую веру в технический прогресс. Он отмечает профессиональную некомпетентность многих атомщиков на разных уровнях ядерного цикла, нарушение руководством станции и операторами программы испытаний и технических регламентов и др. Локализации катастрофы мешали неверные выводы при анализе масштаба и технических причин аварии, потеря времени, недостаточность ресурсов для защиты персонала в случае ЧС. В целом, «Чернобыльская тетрадь» является важным источником об аварии на Чернобыльской АЭС и напоминанием об опыте и трагических уроках Чернобыля.

Шачнева М.И., Вотякова И.В., Якубов Я.О.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65
e-mail: shachnevamr@yandex.ru*

Наряду с прочими промышленными комплексами атомные электростанции оказывают воздействие на природную среду и человеческую жизнедеятельность. В практике использования энергетических объектов нет полностью надежных систем. При этом совершенно безопасной энергетики не существует.

Основные факторы, оказывающие влияние на окружающую среду: образование радиоактивных отходов, химическое воздействие, ионизирующее излучение и другие. КПД атомной станции относительно низкий, на получение электроэнергии расходуется только 30-35 %, следовательно, вся остальная энергия выбрасывается в окружающую среду в виде тепловой. Основное количество тепла выбрасывается в атмосферу с большим объемом воды, охлаждающей конденсатор второго контура реактора. Поэтому тепловое воздействие является одним из главных факторов, оказывающих влияние на окружающую среду.

Существуют разные способы отвода снятого с конденсатора тепла, однако самым безопасным вариантом является применение сухих градирен. Преимуществом данного метода охлаждения является то, что контур охлаждения замкнут и не требует большого количества воды на подпитку. Недостатком данного метода является дополнительный расход электроэнергии для питания воздуходувок и большая стоимость. Итак, при проектировании новых атомных станций, для минимизации теплового загрязнения следует обратить внимание именно на градирни сухого типа, если их применение оправдано климатическими условиями. Однако для эксплуатируемых АЭС, смена типа охлаждения нецелесообразна. Поэтому использование тепла от атомной электростанции можно направить на выращивание пищевой продукции. Тепличные хозяйства получают тепло от АЭС круглый год и используются для выращивания овощей и цветов.

Таким образом, полностью избавиться от теплового загрязнения от атомных электростанций не получится, но возможно снизить или компенсировать, направляя и применяя его в других областях.

Шнайдер Н.А., Ретунская Т.Н.

САМОИДЕНТИФИКАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ САМООЦЕНКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: narionata@yandex.ru*

Одна из важных потребностей человека – самоуважение: чувство собственного достоинства, личные достижения, независимость. И, не менее значимая потребность, – уважение со стороны других. Человек хочет чувствовать себя значимым как в своих глазах, так и в глазах других людей. Однако, зачастую человек, не умеющий мыслить критически, не владеющий «Я - Концепцией» (представлением о том, «кто я», «какой я»), принимает «зеркальное» негативное отображение себя от окружающих как данность. Вследствие чего, падает самооценка человека – субъективная оценка индивидом самого себя.

К. Роджерс определил категорию самооценки как центральное звено в развитии личности. Условием ее нормального формирования он считал положительную оценку, «безусловное положительное внимание» со стороны общества и принятой им морали. А. Маслоу же исходил из утверждения об изначальном и спонтанном стремлении личности к самоактуализации.

У самоактуализированной личности развивается эффективная «Я-Концепция», а для пограничных состояний характерна «диффузность самоидентичности», или расколотое самосознание, согласно Е. Т. Соколовой [1].

Идентичность, по Э. Эриксону, – это «усвоенный и личностно принимаемый образ себя во всем богатстве отношений личности к окружающему миру» [2].

Процесс изменения самооценки очень сложный, долгий и трудоемкий, требующий огромной силы воли и желания. Но самоидентификация, будучи продуктом сознательных усилий личности, является мощным оружием для формирования адекватной самооценки человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьева С.Л. Идентичность как ресурс выживания // Медицинская психология в России, 2018. – Т. 10. №1. – С. 5. doi: 10.24411/2219-8245-2018-11050.
2. Эриксон Э. Идентичность: юность и кризис / пер. с англ.; общ. ред. и предисл. А. В. Толстых. – М.: Прогресс, 2016. – 341 с.

Serbin A.V., Retunskaya T.N.

IMPACT OF STUDENT SELF-ESTEEM ON THE EFFICIENCY OF LEARNING AT THE UNIVERSITY

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

In the course of his whole life, a person as a part of society constantly receives assessment of his actions and deeds from the society. On the basis of such assessments, during the life path of each person, his self-esteem is formed.

Self-esteem has a great influence on all spheres of a person's life and, in particular, on the effectiveness of his education at a university. Self-esteem of a student is a very important factor in his development as a specialist. It has an impact on the effectiveness of the student's educational activities and on his further development, creates the foundation for the perception of his own achievements and failures. A student can have three forms of self-esteem: high, overestimated and underestimated. Depending on the form, it can stimulate or suppress the student's activity and motivation. In this way, low self-esteem leads to self-doubt, puts severe restrictions on prospects, and overestimated self-esteem leads to overestimation of one's capabilities, setting unbearable tasks and drawing wrong conclusions. High self-esteem contributes to the fact that the student chooses goals and objectives that correspond to his abilities, independently looks for his mistakes and draws the right conclusions from them, and most importantly, shows a healthy interest in learning.

One of the most important factors in the formation of high student self-assessment is a fair and objective assessment of his educational achievements through feedback between the student and the teacher. It allows people to develop competent tactics for further actions and the desire to achieve excellent results in their studies. Feedback between the student and the teacher will be effective if it is specific, i.e. will enable the student to understand how he can correct his mistakes and achieve his goals.

Serbin A.V., Gaman L.A.

MASCULINITY FORMATION IN THE LIGHT OF THE PROBLEM OF THE CRISIS OF THE FAMILY AS A SOCIAL INSTITUTION

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

At the turn of the XX-XXI centuries. growing interest in gender topics, which is due to profound changes in all spheres of modern society. However, a significant part of the work related to gender issues is devoted to the emancipation of women. Meanwhile, in modern society, ideas about the role of men are also undergoing significant changes, in particular, ideas about masculinity as an important sociocultural factor. The relevance of this topic is evidenced by the growing number of scientific publications, scientific conferences, etc., dedicated to this topic.

Since ancient times, various peoples have paid attention the formation of masculinity. Thus, in a number of traditional communities, up to the present time, an important role in the formation of a man is occupied by the rite of initiation. In modern society, including Russian, for a long time the formation of masculinity was associated with military service. It is noteworthy that in Russia at the present time, the older generation, unlike the youth, still tend to consider the military service as important. criterion of masculinity.

An important agent of the socialization of the individual is the family. Structural changes taking place in the post-industrial society, directly affected the family as a social institution, which is currently in crisis. One of the important consequences of this was the gradual overcoming of the notions of gender roles that had taken root in the public consciousness, in particular, of masculinity. Thus, for a long time, gender polarization prevailed in society, with its characteristic model of "hegemonic masculinity" being assimilated to a large extent in the family, primarily through father image. The features of this model are the avoidance of "female" emotional manifestations by men, physical superiority, confirmation of their position through violence. Changes in the sphere of the social division of labor led to a weakening of gender polarization in society and the family; weaknesses emerged "hegemonic masculinity", which is being replaced by more plastic model of "pluralistic masculinity".

Serbin A.V., Kirsanova E.S.

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: AVSerbin@mephi.ru*

Currently, the most relevant and interesting direction is the creation of intelligent information systems. This direction is in the center of attention not only of scientists of the exact sciences, but also of scientists-philosophers, because artificial intelligence (AI) and philosophy has a number of common concepts like mind, consciousness, action. Considering AI from the point of view of philosophy, the question arises of the possibility of creating a working model of thinking of a living person, an active discussion of which is ongoing.

The implantation of AI technology raises questions regarding the safety and well-being of human society. The development of new AI technologies designed to make life easier for people has many negative consequences. These include the problem of unemployment, caused by the transfer of the bulk of repetitive work to automatic systems, and making defenseless workers with low qualifications. There is also the problem of imposed responsibility between man and machine in situations in which an important decision has to be made, such as diagnosing a patient. Many philosophers are concerned with the problem of endowing machines with subjectivity. They are inclined to believe that this could end badly for humanity. From a legal point of view, there is a problem of the loss of a person's right to privacy, caused by the development of speech recognition technologies for the quantitative and qualitative increase in wiretapping.

But we should not deny the positive aspects of the development of AI. Thanks to the success in the development of this direction, a person was able to push the boundaries of his psychophysiological limitations in several directions. The "external nervous system" allowed people to put forward several theories, discover quantitative patterns, expand their horizons in the field of complex systems. The development of artificial intelligence problems allows people to understand even more patterns of the external and internal world, ways to apply them for the benefit of society.

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НИЯУ МИФИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научная сессия НИЯУ МИФИ – 2023

15-19 мая 2023 г.

Материалы конференции

Научный редактор: профессор, доктор физико-математических наук
М.Д. Носков

Компьютерное макетирование и набор текста:
М.И. Шачнева

ISBN 978-5-93915-117-7

