**Анализ современных информационных систем обеспечения уборочного процесса**

***Галимов Р.Р.***

*Младший научный сотрудник*

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,пос. Краснообск, Новосибирская область, Российская

E–mail: rufangalimov@uandex.ru

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве, благодаря наличию современных информационных систем, существует множество практических решений для автоматизации и совершенствования уборочно-транспортных процессов [1].

На данный момент уже зарегистрировано и официально можно приобрести сотни различных сервисов по оптимизации и мониторингу внутрихозяйственной логистики [2, 3].

Сейчас в мире существует множество информационно-технические системы. Недостатками многих систем является: несовместимость систем различных производителей, достаточно высокая цена приобретения и подписки, учитывая сезонность работы и сжатые сроки, а также необходимость обучения по использованию данных систем [4, 5]. Также немаловажной проблемой является интеллектуальная начинка сервисов [6].

Как показывает анализ, имеющиеся цифровые платформы в основном рассчитаны на использование больших агрохолдингов и агрофирм, которые обрабатывают значительные площади земли [7]. Соответственно, ниша цифровых сервисов для мелких крестьянских хозяйств в данное время фактически не занята. С одной стороны, это обусловлено трудоемкостью разработки сервисов, которые при этом трудно монетизировать [7]. С другой стороны, отсутствием спроса со стороны малобюджетных землевладений, основная задача которых не развитие и расширение агродеятельности, а получение прибыли и даже в некоторых случаях борьба за выживание [8]. Также аналитические инструменты, как правило, сводятся к простому вычислению средних величин, инструменты профессиональной аналитики полностью отсутствуют [8].

Современные информационные технологии, используемые в точном сельском хозяйстве, в основном "3S", которые включают технологию дистанционного зондирования (RS), географическую информационную систему (GIS) и глобальную систему позиционирования (GPS) [7]. Различные типы данных (например, данные GPS, данные ГИС, данные RS), а также методы искусственного интеллекта используются в точном земледелии для определения процесса роста урожая и предложения управления производством в системе экспертных решений, которая отличается от традиционных методов управления сельскохозяйственным производством, основанных на субъективном опыте [9].

Целью работы стало выполнение сравнительного анализа современных систем информационно-технологического обеспечения уборочного процесса.

Процесс уборочных работ на поле – это комплекс работ, состоящее из нескольких этапов: сбор культуры кормо- зерноуборочными комбайнами, транспортировка урожая к месту послеуборочной обработки и транспортировка урожая к местам хранения.

Большие потери урожая сельскохозяйственных культур, простои, нерациональные пробеги происходят при транспортных процессах и от несоблюдения агротехнических сроков проведения уборочных работ. Во время уборочных работ сельскохозяйственных культур требуется высокая слаженность комбайнов и обслуживающих транспортных средств, так как это сильно влияет на сроки проведения полевых работ до наступления неблагоприятных погодных явлений.

Оптимизации уборочно-транспортной системы можно решить путем внедрения в сельскохозяйственное предприятие современных систем информационно-технологического обеспечения уборочного процесса, логистических и систем позиционирования, что позволит в 1,3-1,5 раза снизить ее простои из-за технических неисправностей, на 6-10 % повысить мощность и на 5-8 % снизить расход топлива [10].

Инновационное направление, в качестве которого выступают современные системы информационно-технологического обеспечения, играют важную роль в уборочно-транспортном процессе. При выполнении рекомендательных технологических операций, современные системы позволяют существенно сократить простои обслуживающих транспортных средств на поле, повысить производительность комбайнов путем сокращения непроизводительных пробегов на поле, экономит рабочее время механизаторов и комбайнеров.

В настоящее время существует ряд зарубежных программных продуктов моделирования и дистанционного мониторинга (TELEMATICS, FarmSight , AFS, AGCO MMAND Advanced, Connected Farm Fleet, Slingshot и др.) позволяющих обеспечить точное проведение большинства сельскохозяйственных операций связанных с внутрихозяйственной логистикой в режиме реального времени как для транспортных средств, так и для кормо- и зерноуборочных комбайнов.

Компания John Deere представляет свою систему FarmSight, которая объединяет свою технику и операторов с помощью Систем точного земледелия. Данная система позволяет повысить производительность за счет снижения расходов и увеличения рентабельности путем снижения непроизводительных пробегов на поле с помощью использования данных обслуживающих транспортных средств и комбайнов на полях и также использование непрерывной связи. Это все позволяет увеличить время бесперебойной работы обслуживающих транспортных средств, повысить производительность комбайнов и снижение стоимости эксплуатации технических средств на поле [11]. Принцип работы данной системы заключается к мониторингу основных параметров технических средств. Компания New Holland представляет программный пакет телематики PLM® Connect Professiona, который позволяет отслеживать рабочие параметры сельскохозяйственных машин на поле в режиме реального времени [12]. Компания CLAAS применяет свою систему Efficient Agriculture Systems by CLAAS, которая позволяет дистанционно контролировать состояние техники, автоматическое документирование и оценка работы технических средств с учетом непроизводительных пробегов, поворотов и простоев.

Корпорации AGCO разработала систему для мониторинга и диагностики техники AgCommand, которая позволяет оценить в режиме реального времени основные параметров работы технических средств [13, 14, 15].

К недостаткам данных систем можно отнести дороговизну и специализация по машинам конкретной фирмы, т.е. их применение невозможно на других технических средствах и машинах.

Отечественными учеными и производителями были разработаны специализированные программные продукты в области мониторинга и позиционирования сельскохозяйственной техники.

На рынке существуют некоторые продукты: Agronaut, РСМ Агротроник Пилот 2.0, РСМ Роутер. Однако низкий уровень проработанности ПО не позволяет им конкурировать с мировыми аналогами.

Однако существуют методические разработки отечественных ученых. Например, методика по выбору подвижного состава при уборке зерновых культур, разработанную авторами К. С. Есиным и А.Л. Севостьяновым (2013). Данная методика позволяет рассчитать рациональное количество обслуживаемых транспортных средств при транспортировке зерновых культур с поля на зернохранилища сельхозтоваропроизводителей [16].

Автором Ушановым В.А. (2012) была разработана программа по расчёту необходимого количества обслуживающих транспортных средств “Оптимизация параметров управляющих работой МТА”, порядок решения любой задачи по оптимизации количества каналов обслуживания, в которой сформулированной в терминах теории массового обслуживания [17].

Для решения задач оптимизации работы машинно-тракторного парка и уборочных комплексов существует многофункциональный программный комплекс “Agronaut”. «Agronaut» – комплексное решение для оперативного и стратегического управления сельскохозяйственным предприятием, направленное на повышение эффективности его работы путем максимальной реализации ресурсного потенциала [18].

Интеллектуальные системы Ростсельмаш представлена программным продуктом РСМ Агротроник Пилот 2.0, которая является гибридной системой автовождения. Она работает на основе технологии ГНСС и RTK [19].

Система РСМ Роутер, разработанный специалистами Ростсельмаш, позволяет решить проблемы по организации логистики и позиционирования. Основная задача РСМ Роутера – это координация работы через передачу карт заданий в бортовой компьютер. Таким образом программа маршрутизирует движение этой техники оптимальным образом, обозначая для машин места выгрузки с комбайнов [20, 21].

Модели и программное обеспечение для определения потребностей хозяйств и обработки данных для обеспечения успешного выполнения сельскохозяйственных операций — это в основном концептуальные идеи, а не качественные или количественные; разнообразие и сложность доступных систем не всегда соответствуют потребностям и ожиданиям реальных хозяйств [22].

Конкретные данные в размерах экономической эффективности можно рассматривать на конкретных примерах, но даже на основании теоретических материалов, находящихся в открытом доступе, можно сделать вывод о недостаточной проработанности данного направления. Вышесказанное обуславливает поиск и создание современных адаптивных систем в условиях сельскохозяйственного производства в рамках концепции Agricultural 4.0.

На основе проведенного анализа данных, можно сделать вывод, что те сельскохозяйственные предприятия использующие современные цифровые системы получат существенные преимущества по сравнению с конкурирующими хозяйствами путем оптимизации внутрихозяйственной логистики и снижения затрат на топливо путем сокращения простоев и непроизводительных пробегов на поле технических средств и машин

**Список литературы**

1. Matulewski M. Modern logistic strategies in agriculture //Research in Logistics & Production. – 2012. – Т. 2. – №. 3. – С. 295-302.

2. Dupaľ, A., Richnák, P., Szabo, Ľ., & Porubanová, K. Modern trends in logistics of agricultural enterprises //Agricultural Economics. – 2019. – Т. 65. – №. 8. – С. 359-365.

3. Shufeng W., Liya M., Wei W. Modern agriculture logistics' function elements and its systematic operational management //The 2nd International Conference on Information Science and Engineering. – IEEE, 2010. – С. 2188-2192.

4. Маулит А. и др. Разработка цифрового сервиса для поддержки принятий решений по использованию технологий точного земледелия в Республике Казахстан //МАК: Математики-Алтайскому краю. – 2021. – С. 148-153.

5. Нечаев А.И. Структура информационно-управляющей системы возделывания зерновых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021, – Т. 51, – № 2, – С. 96–106.

6. Liu D., Guangsheng Z. Application of data mining technology in modern agricultural logistics management decision //Journal of Shenyang Normal University (Natural Science Edition). – 2008. – Т. 3. – С. 957-962.

7. M. A. Ferrag, L. Shu, X. Yang, A. Derhab, and L. Maglaras, "Security and privacy for green IoT-based agriculture: review, blockchain solutions, and challenges, " IEEE Access, vol. 8, pp. 32 031-32 053, 2020. <http://ieeexplore.ieee.org/document/8993722>.

8. Огнивцев С. Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – №. 2. – С. 16-22.

9. Yang X. et al. A survey on smart agriculture: Development modes, technologies, and security and privacy challenges //IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica. – 2021. – Т. 8. – №. 2. – С. 273-302.

10. Дидманидзе О. Н., Дорохов А. С., Катаев Ю. В. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов //Техника и оборудование для села. – 2020. – №. 11. – С. 39-43.

11. Žiška I. Primjena telematskog sustava" Farm Sight" u poljoprivredi : дис. – Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek. Department of Agricultural Engineering and Renewable Energy Resources, 2021.

12. Goltyapin V., Golubev I. Global trends in the development of monitoring systems for mobile agricultural equipment //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 157. – С. 01013.

13. Цифровые технологии мониторинга машин: учеб. пособ. / В.И. Башкирцев [и др.]. М.: РИАМА, 2019. 45 с.

14. Гольтяпин В.Я. Анализ систем телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники // Матер. IX Междунар. науч.-практ. конф. «ИнформАгро-2017», 2017: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. С. 348-352.

15. Дидманидзе, О. Н. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов / О. Н. Дидманидзе, А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 11(281). – С. 39-43.

16. Есин, К. С. Методика выбора подвижного состава при уборке зерновых культур / К. С. Есин, А. Л. Севостьянов // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 2(41). – С. 95-102. – EDN PPJYZS.

17. Ушанов, В. А. Оптимизация параметров, управляющих эффективностью работы МТА в полевых условиях: Учебное пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 110800.68 "Агроинженерия" / В. А. Ушанов. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2012. – 68 с. – EDN VMAMZT.

18. Дудкин В. А. и др. ОПТИМИЗАЦИЯ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В СИСТЕМЕ “AGRONAUT” //E-Scio. – 2021. – №. 8 (59). – С. 64-73.

19. Болтовский С. Н., Панасюк Д. В., Кравец А. С. Беспилотные технологии в сельском хозяйстве //ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК, КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАУКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. – 2020. – С. 66-70.

20. Чеглаков А. М. Инновационные технологии в сельскохозяйственном машиностроении: отечественный и зарубежный опыт //Экономические и правовые факторы развития общества в контексте цифровой трансформации. – 2021. – С. 352-358.

21. Sopegno, A.; Busato, P.; Berruto, R.; Romanelli, T.L. A cost prediction model for machine operation in multi-field production systems. Sci. Agric. 2016.