

УДК 633.2+004.4

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2022-2-77-86>

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ НА КОРМОВЫХ УГОДЬЯХ\*

**Н.В. Гриц**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**А.В. Диченский**, кандидат сельскохозяйственных наук

*ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»  
170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56  
[ngritz@gmail.com](mailto:ngritz@gmail.com)*

## POSSIBILITIES OF USING DIGITAL SERVICES ON FODDER LANDS

**N.V. Grits**, Candidate of Agricultural Sciences  
**A.V. Dichensky**, Candidate of Agricultural Sciences

*Federal Research Center for Bast Fiber Crops  
17004, Russia, Tver, Komsomolskiy pr., 17/56  
[ngritz@gmail.com](mailto:ngritz@gmail.com)*

Узкий круг крупных сельскохозяйственных товаропроизводителей обладает финансовыми возможностями для закупки новой техники, использования ИТ-оборудования и цифровых платформ. Наряду с большими затратами на их внедрение это связано с отсутствием примеров использования подобных технологий, показывающих их преимущества. В целях апробации и практического применения передовых цифровых интеллектуальных производственных технологий с учетом трендов развития электронного (e-agriculture) и цифрового (digital-agriculture) сельского хозяйства с 2017 г. на опытных участках в Тверской области началась реализация проекта с использованием цифровых агроплатформ. Цель внедрения цифровых агроплатформ на опытных полях — унификация производственного процесса, оперативное планирование, учет и контроль сельскохозяйственных работ, мониторинг использования техники. В перспективе — мониторинг посевов и контроль уборочной кампании. При подготовке информации о землепользовании, возделываемых культурах и ее внесении в системы, были выявлены факторы и параметры, которые необходимо корректировать для получения максимальной прибыли с 1 га при оптимальном соотношении затрат и бездефицитном балансе элементов питания.

**Ключевые слова:** цифровая агроплатформа, точное земледелие, кормопроизводство, цифровое сельское хозяйство, мониторинг данных.

A narrow circle of large agricultural producers have the financial capacity to purchase new equipment, use IT equipment and platforms. Along with the high costs of their implementation, this is due to the lack of examples of the use of such technologies showing their advantages. For the purpose of testing and practical application of advanced digital intelligent production technologies, taking into account the trends in the development of electronic (e-agriculture) and digital (digital-agriculture) agriculture, since

---

\*Материал статьи был доложен на Всероссийской научной конференции с международным участием «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство» (к 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») 22–24 июня 2022 г.

2017, a project using digital agricultural platforms has been launched at pilot sites in the Tver region. The purpose of the introduction of digital agricultural platforms in experimental fields is the unification of the production process, operational planning, accounting and control of agricultural work, monitoring the use of machinery. In the future — monitoring of crops and control of the harvesting company. When preparing information on land use, cultivated crops and its introduction into the systems, factors and parameters were identified that need to be adjusted to obtain maximum profit from 1 hectare with an optimal cost ratio and a deficit-free balance of nutrients.

**Keywords:** digital agricultural platform, precision agriculture, feed production, digital agriculture, data monitoring.

Проблемы автоматизированного управления технологическими процессами кормопроизводства и задачи поддержки принятия управленческих решений на каждом из этапов производственного цикла приобрели еще большую актуальность ввиду процессов трансформации, глобализации и цифровизации экономики, носящих в последнее время массовый характер. Не является исключением и аграрный сектор экономики Российской Федерации, потому что сельскохозяйственная продукция, особенно растениеводства, имеет стратегическое значение и является основой продовольственной безопасности нашей страны. Проводимые в настоящее время меры по увеличению производительности труда на предприятиях АПК и автоматизация технологических процессов в аграрном производстве не имеют комплексного характера, следовательно, незначительно влияют на эффективность отрасли [2].

С помощью многочисленных инструментов, таких как машинное обучение, глубокое обучение, обработка изображений, искусственная нейронная сеть, нейронная сеть свертки, технология беспроводной сенсорной сети (WSN), беспроводная связь, робототехника, Интернет вещей (IoT), различные генетические алгоритмы, нечеткая логика и компьютерное зрение, можно сократить использо-

вание колоссального объема химических веществ, что приведет к сокращению расходов, повышению плодородия почвы и повышению производительности [6].

Сельское хозяйство 4.0 призвано революционизировать производительность сельского хозяйства, используя, в частности, указанные технологии для увеличения производства сельскохозяйственной продукции для растущей демографии при одновременном решении различных проблем, связанных с сельским хозяйством [5].

Исследование рынка ИТ-услуг и программного обеспечения позволило сделать обоснованный вывод о том, что процессы поддержки принятия решений в управлении растениеводством, особенно вопросы, касающиеся обоснованного выбора технологии возделывания сельскохозяйственной культуры, рационализации системы севооборотов хозяйства, анализа книги истории полей севооборотов, расчета дозировок органоминеральных удобрений для бездефицитного баланса гумуса, не покрываются за счет средств программных комплексов предложенных на рынке. В результате на рынке программного обеспечения формируется спрос на промышленные аналитические системы и, в частности, системы комплексной автоматизации

управления технологическими процессами растениеводства для предприятий АПК [1; 3].

Интернет вещей позволяет сельскому хозяйству, в частности пахотному земледелию, стать управляемым данными, что приводит к более своевременному и экономически эффективному производству и управлению предприятием в целом, фермами, тепличными комплексами и в то же время снижает их воздействие на окружающую среду.

Специфические проблемы предметной области, такие как точный мониторинг свойств почвы, сельскохозяйственных культур и здоровья животных, являются ключевыми факторами для минимизации экономических рисков, а не риска для здоровья человека. Проект ECSEL AFarCloud (Aggregate Farming in the Cloud) обеспечит распределенную платформу для автономного ведения сельского хозяйства, которая позволит интегрировать и использовать киберфизические системы сельского хозяйства в режиме реального времени с целью повышения эффективности и производительности, качества продуктов питания и снижения затрат на сельскохозяйственную рабочую силу [4].

Принятые в Российской Федерации документы стратегического планирования (Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»; Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»; Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реали-

зации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства»; Программа от 28.07.2018 № 1632-р, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации «Цифровая экономика Российской Федерации») предусматривают меры, направленные на стимулирование развития цифровых технологий и их использование в различных секторах экономики.

В концепции «Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство» отмечено, что возможности для модернизации отрасли огромны, продовольственная безопасность страны и развитие экспортного потенциала превращают сельское хозяйство в высокотехнологичную отрасль, способную не только обеспечить продовольствием себя, но и многие страны мира, а также создать возможности для внедрения новых инновационных разработок, не существовавших ранее, стимулировать принятие управленческих решений, способных обеспечить население качественными и безопасными продуктами.

Несмотря на активное развитие автоматизации и цифровых технологий, применение их в агропромышленном комплексе Тверской области весьма ограничено. Только небольшое число сельскохозяйственных товаропроизводителей обладают финансовыми возможностями для закупки новой техники, использования ИТ-оборудования и платформ. Наряду с большими затратами на их внедрение это связано с отсутствием примеров использования подобных технологий, показывающих их преимущества.

В целях апробации и практического применения передовых цифровых интеллектуальных производственных технологий с учетом трендов развития электронного (e-agriculture) и цифрового (digital-agriculture) сельского хозяйства с 2017 г. на опытных участках в Тверской области началась реализация проекта с использованием цифровых агроплатформ. В опыте использовались инструменты демо-версии информационной системы AgroNetworkTechnologies, а с 2020 г. — информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства «Ваш урожай».

Обе информационные системы созданы на базе облачных платформ, предоставляющих клиентам облачные сервисы по модели SaaS в сфере сельского хозяйства. ANT — система управления производственным процессом агропредприятия, предназначена для мониторинга состояния посевов, документирования растениеводческого процесса, позволяет

на высоком уровне контролировать работу агропредприятия и анализировать ее с целью внесения корректировок в дальнейшем.

«Ваш урожай» — это программа, которая помогает уменьшить производственные издержки путем оптимизации технологических процессов, а также дает возможность контроля выполнения работ на полях.

Цель внедрения данной системы на опытных полях — унификация производственного процесса, оперативное планирование, учет и контроль сельскохозяйственных работ. В перспективе — мониторинг посевов, использования техники, контроль уборочной кампании.

Первоначально нами были внесены данные всех имеющихся земель сельскохозяйственного назначения — заведены контуры 49-ти полей общей площадью 1736,50 га (рис. 1) и пяти полей общей площадью 82,7 га (рис. 2).

При этом в каждой системе можно просматривать данные каждого поля.

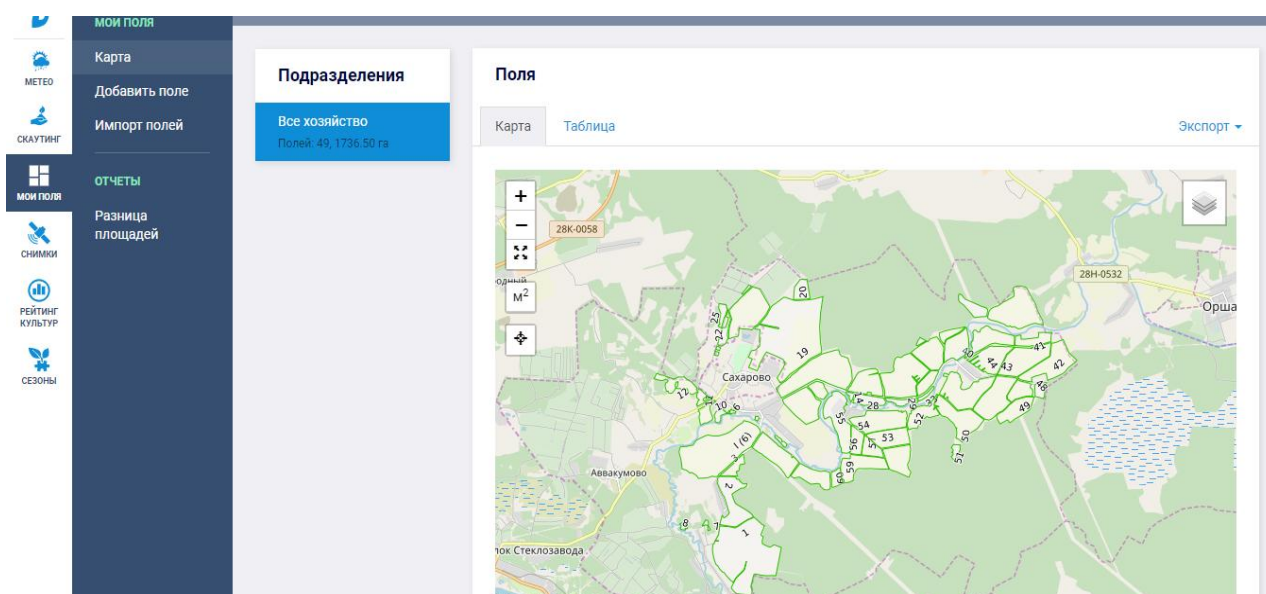


Рис. 1. Карта полей землепользования в системе ANT

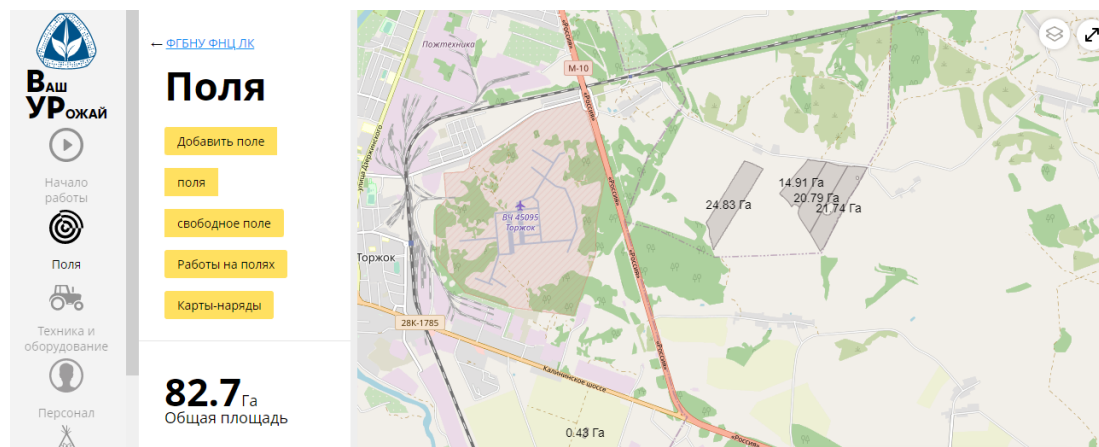


Рис. 2. Карта полей землепользования в системе «Ваш урожай»

В связи с тем, что Нечерноземная зона исторически является зоной возделывания льна-долгунца и в регионе активно развивается льноводство, было решено разработать систему севооборотов, более наполненных льном — масличным и долгунцом. При этом, учитывая длительное экстенсивное использование земель, в частности, для получения кормов, акцент был сделан на кормовые культуры.

Созданы и внесены в цифровые платформы технологии возделывания овса с подсевом многолетних трав первого и второго года пользования и льна-долгунца (рис. 3, 4). На 2022 г. внесена технология возделывания райграса однолетнего. Для каждой технологии добавлены необходимые мероприятия — тип и вид работ (ANT) и («Ваш урожай»).

Технология	Архив	Аббревиатура	Культура	Готова к использованию
Многолетние травы (1-й год на сено)	нет	МНТР1	Многолетние травы	да
Многолетние травы (2-й год на сено)	нет	МНТР2	Многолетние травы	да
Овес + многолетние травы	нет	ОВ+МНТР	Овес с подсевом мн. трав	да
Лен	нет	ЛЕН	Лен-кудряш (масличный)	да

Рис. 3. Технологии выращивания (ANT)

Для контроля правильности выполнения мероприятий технологических карт разработаны чек-листы (провероч-

ные листы) каждой культуры, в которых указаны параметры, важные при выполнении мероприятия. Каждый параметр

имеет оптимальное, минимально и максимально допустимое значение. Отмена любой технологической операции при использовании агроплатформы «Ваш

урожай» сопровождается сообщением системы о влиянии невыполнения данной операции на планируемую урожайность.

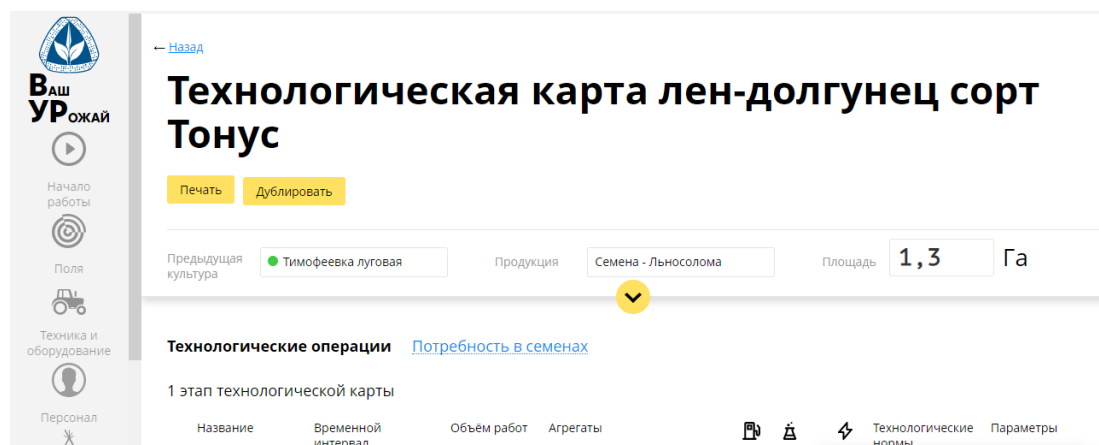


Рис. 4. Технологическая карта («Ваш урожай»)

В этой вкладке определяли также тип затрат и указывали стоимость выполнения мероприятия на 1 га, что облегчало расчет затрат на уход за конкретной культурой в данный сезон. При создании технологических операций в технологии выращивания были запланированы товарно-материальные ценности — удобрения и пестициды и нормы их внесения на 1 га. Для дальнейшего протоколирования мероприятий были заполнены справочники товарно-материальных ценностей.

В обеих цифровых агроплатформах были заполнены справочники техники с указанием характеристик и настроек для выполнения определенных технологических операций. Процесс протоколирования технических мероприятий возможен при указании рабочих смен и количестве часов в них, а также нормировании для сцепки. Сервисы позволяют настроить нормирование работ для каждого машинно-тракторного агрегата на выпол-

нение мероприятий, с указанием производительности в час и расхода ГСМ.

После заполнения всех указанных справочных и вспомогательных материалов приступили к распределению культур на поля. Первый сезон, когда опробовали систему АНТ, — 2018 г., с апреля по октябрь. Были выбраны поля, занятые кормовыми культурами — многолетними травами второго и третьего годов пользования, общей площадью 114 га, и овсом с подсевом трав, площадью 58 га. В 2020 г. начали апробацию сервиса «Ваш урожай» — работу на поле с многолетними травами на площади 24 га.

Следует отметить, что ИС АНТ позволяет разместить на одном поле две и более культуры одновременно, а в агросервисе «Ваш урожай» этот функционал пока не реализован. При распределении культур на поля распределяется и технология возделывания.

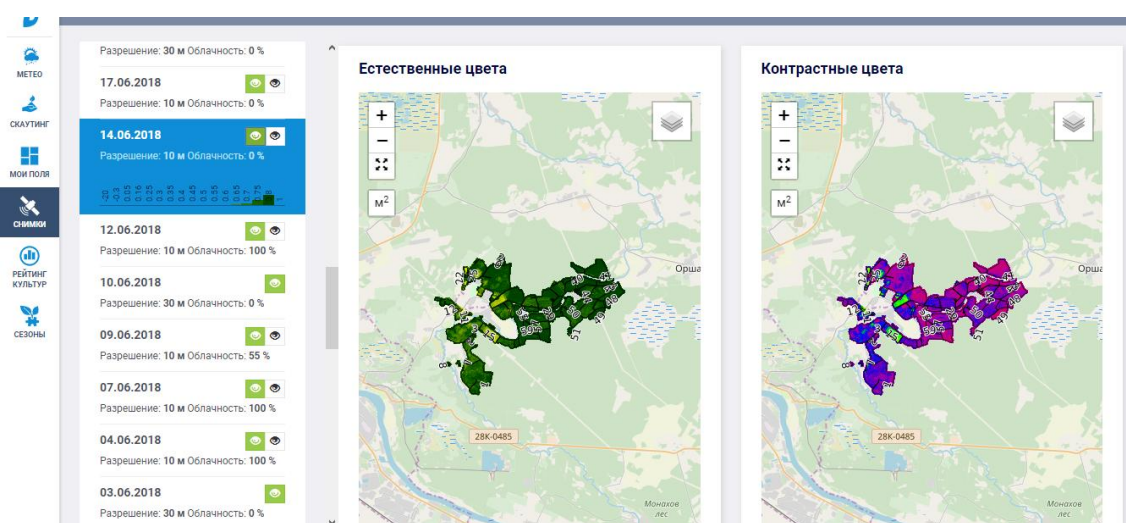
Для оперативного планирования и контроля мероприятий на конкретном

поле используется приложение Агроблокнот, здесь же доступно протоколирование фактически выполненных мероприятий с корректировкой количества часов, обработанной площади или замены агрегата и даты выезда.

В связи с отсутствием техники, оснащенной датчиками мониторинга, нами не была использована функция системы, которая подтягивает данные о треках техники в мероприятия, которые она выполняла. Эта функция была реализована

при апробации цифровой агроплатформы «Ваш урожай».

Важным отличием сервиса ANT является предоставление возможности получения спутниковых снимков NDVI разрешения 30 и 10 метров, которые помогают, не выезжая в поля, определить зоны неоднородного развития растений (рис. 5). Эта возможность была использована нами не в полной мере в связи с преобладанием в эксперименте многолетних травостоев.



**Рис. 5. Фрагмент карты с представлением данных по нормализованному относительному индексу биомассы NDVI**

Набор инструментов, входящих в сервис ANT, позволяет подготовить карты для зонального отбора почвенных образцов, а полученные из агрохимической лаборатории результаты содержания питательных элементов в почве загрузить в систему для отображения картограммы распределения элементов по полям предприятия. Разработано такое приложение как «агроскаутинг», предназначено для обследования полей, выявления причин отставания в развитии биомассы, определения болезней, вредителей, сорняков. На основе этого возможна подготовка карт дифференцированного внесе-

ния удобрений под культуры на конкретных полях.

Для корректной работы агросервиса «Ваш урожай» должны использоваться актуальные данные агрохимического обследования почв землепользования. Данные могут быть подгружены из файла или внесены вручную. При этом реализована функция разделения полей на участки с целью выявления разности почвенного плодородия и составления карт для дифференцированного внесения удобрений и, в перспективе, дифференцированного посева.

Одним из основных приложений, или инструментов сервиса ANT, является Отчет. Отчет, сформированный по кампаниям производственного процесса, позволяет контролировать ход выполнения мероприятий. Если задействовать все предлагаемые приложения, производственная и финансовая отчетность формируется автоматически в режиме, приближенном к реальному времени с минимизацией человеческого участия. Пользуясь данным отчетом, руководитель предприятия всегда будет иметь представление о стадии выполнения мероприятий, о фактически обработанной площади полей, о сроках выполнения технологических операций.

Что же нам дает применение цифровых агросервисов?

Во-первых, при подготовке информации о землепользовании, возделываемых культурах и ее внесении в системы были выявлены факторы и параметры, которые необходимо корректировать для получения максимальной прибыли с 1 га при оптимальном соотношении затрат и бездефицитном балансе элементов питания.

Во-вторых, на практике убедились, что усредненные значения внесения доз удобрений и ядохимикатов, применяемые в классическом земледелии, можно существенно сократить без ущерба для продуктивности культур.

При возделывании овса согласно технологической карте фосфорно-калийные удобрения вносились при основной обработке почвы из расчета покрытия дефицита элементов питания — 20 кг/га  $P_2O_5$  и 35 кг/га  $K_2O$ . Было принято решение о внесении удобрения «Кемира-Универсал-2» в дозе 2,5 ц/га. При применении сервиса ANT скоррек-

тированные дозы внесения удобрений составили 16,5 и 31 кг/га, что в пересчете на физический вес составило 221 кг данного удобрения.

По технологии выращивания многолетних травостоев проводится подкормка согласно расчетному методу исходя из потребности в азоте 45 кг/га, при двукратном внесении аммиачной селитры — 25 кг весной при начале отрастания и 20 кг после первого укоса, что в физическом весе составляет соответственно 73,5 и 59 кг. При учете данных, полученных со спутниковых снимков NDVI не выезжая в поле, были определены зоны неоднородного развития растений и применено дифференцированное внесение второй дозы удобрения. По факту общий расход сократился на 9 кг/га.

В итоге на исследуемую площадь 114 и 58 га экономия составила соответственно 18,5 и 67,3 тыс. руб.

Таким образом, сельскохозяйственный товаропроизводитель, подключенный к платформе цифрового сельского хозяйства, обладает набором инструментов, определяющих параметры планируемой культуры на основе накопленных данных соответственно параметрам и климатическим условиям в конкретном регионе. Имеется возможность реализации таких прикладных задач, как контроль болезней, вредителей, очагов заболеваний и др.

Внедрение адаптивно-ландшафтных систем в цифровом формате, а также развитие и освоение технологий точного земледелия должно неуклонно расширяться. По прогнозам МСХ РФ, доля землепользователей, внедривших интеллектуальную систему планирования и ГИС оптимизации агроландшафтов, к



2024 году должна возрасти до 50%. В каждом регионе необходимо создание инновационных высокотехнологичных пилотных хозяйств в целях проработки и апробации комплексных и сквозных цифровых технологий.

## Литература

1. Волошин Ю.А. Архитектура системы автоматизированного проектирования технологий производства сельскохозяйственных культур // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2012. – № 10 (97). – С. 120–123.
2. Ткаченко В.В. Предпосылки создания системы моделей и методики многокритериальной оценки и выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 113. – С. 1680–1693.
3. Ткаченко В.В., Василенко А.И., Милега Ю.А. Учет и анализ данных книги истории полей севооборотов с применением технологий автоматизированного хранения и обработки информации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 157. – С. 382–391.
4. Villa-Henriksen A., Edwards G.T.C., Pesonen L.A., Green O., Sørensen C.A.G. Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential // *Biosystems Engineering*. – 2020. – Vol. 191. – Pp. 60–84.
5. Raj M., Gupta Sh., Chamola V., Elhence A., Garg T., Atiquzzaman M., Niyato D. A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0 // *Journal of Network and Computer Applications*. – 2021. – Vol. 187. – Pp. 103–107.
6. Pathan M., Patel N., Yagnik H., Shah M. Artificial cognition for applications in smart agriculture: A comprehensive review // *Artificial Intelligence in Agriculture*. – 2020. – Vol. 4. – Pp. 81–95.

## References

1. Voloshin Yu.A. Arkhitektura sistemy avtomatizirovannogo proyektirovaniya tekhnologiy proizvodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Architecture of the system of computer-aided design of technologies for the production of agricultural crops]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [*Bulletin of the Volgograd State Technical University*], 2012, no. 10 (97), pp. 120–123.
2. Tkachenko V.V. Predposylki sozdaniya sistemy modeley i metodiki mnogokriterial'noy otsenki i vybora tekhnologiy vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Prerequisites for creating a system of models and methods for multi-criteria assessment and selection of crop cultivation technologies]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [*Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*], 2015, no. 113, pp. 1680–1693.
3. Tkachenko V.V., Vasilenko A.I., Milega Yu.A. Uchet i analiz dannykh knigi istorii poley sevooborotov s primeneniyyem tekhnologiy avtomatizirovannogo khraneniya i obrabotki informatsii [Accounting and analysis of data from the book of the history of crop rotation fields using technologies for automated storage and processing of information]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [*Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*], 2020, no. 157, pp. 382–391.
4. Villa-Henriksen A., Edwards G.T.C., Pesonen L.A., Green O., Sørensen C.A.G. Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential. *Biosystems Engineering*. 2020. Vol. 191. Pp. 60–84.

5. Raj M., Gupta Sh., Chamola V., Elhence A., Garg T., Atiquzzaman M., Niyato D. A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0. *Journal of Network and Computer Applications*. 2021. Vol. 187. Pp. 103–107.
6. Pathan M., Patel N., Yagnik H., Shah M. Artificial cognition for applications in smart agriculture: A comprehensive review. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 2020. Vol. 4. Pp. 81–95.