

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.6:338.28

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100

Приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации в мелиорации

Ирина Федоровна Юрченко

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А. Н. Костякова, Москва, Российская Федерация, irina.507@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2390-1736>

Аннотация. Цель: формирование приоритетных направлений и эффективных мероприятий развития современной цифровизации в мелиорации, соответствующей высокотехнологичной, устойчивой, экологически безопасной отечественной системе растениеводства. **Материалы и методы.** Объект исследований – приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации производства и социальной сферы экономики. Предмет – успешные решения по цифровизации в сфере мелиоративной деятельности. В качестве материалов исследований использовались концептуальные положения ведомственного проекта и платформы «Цифровое сельское хозяйство» Минсельхоза России, информация и данные, полученные из открытых источников. Основопологающие методы НИР – методы сравнительного и системного анализов собранных и систематизированных материалов по теме исследований. **Результаты.** Выполнен анализ состояния отечественного мелиоративного водохозяйственного комплекса, и выявлена целесообразность его цифровизации на основе платформенных подходов. Предложены ключевые направления цифровизации мелиорации, включающие процессы проектирования, строительства, эксплуатации объектов мелиорации и процессы государственного управления мелиоративной деятельностью, которые должны базироваться на ведомственной платформе «Цифровая мелиорация» Минсельхоза России. Сформирована и охарактеризована функциональная структура проекта цифровой платформы в составе программно-технических модулей: «Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс», «Интеллектуальная мелиоративная система», «Умное мелиорируемое поле», «Безопасная мелиорация», «Конкурентоспособное предприятие» и «Профессиональная мелиорация». **Выводы.** Актуализация цифровизации российского агропроизводства потребует консолидации всех участников цифровых решений в области мелиораций в части подготовки развернутой, научно обоснованной концепции разработки платформы «Цифровая мелиорация», согласованной с ведомственным проектом «Цифровое сельское хозяйство».

Ключевые слова: приоритеты, цифровизация, мелиоративный водохозяйственный комплекс, направления, мероприятия, платформа, программно-технические модули

Для цитирования: Юрченко И. Ф. Приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации в мелиорации // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 2. С. 84–100. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Priority areas and activities of modern digitalization in land reclamation



Irina F. Yurchenko

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation, irina.507@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2390-1736>

Abstract. Purpose: formation of priority directions and effective measures for developing modern digitalization in land reclamation, corresponding to a high-tech, sustainable, environmentally safe domestic crop production system. **Materials and methods.** The object of research is the priority areas and activities of modern digitalization of production and the social sphere of the economy. The subject is successful digitalization solutions in the field of land reclamation. As research materials, the conceptual provisions of the departmental project and the Digital Agriculture platform of the Ministry of Agriculture of Russia, information and data obtained from open sources were used. The fundamental research methods are methods of comparative and systematic analysis of the collected and systematized materials on the research theme. **Results.** The analysis of the state of the domestic reclamation water management complex was carried out, and the expediency of its digitalization based on platform approaches was revealed. The key directions of land reclamation digitalization are proposed, including the processes of design, construction, operation of land reclamation facilities and the processes of state management of land reclamation activities, which should be based on the departmental platform “Digital Land Reclamation” of the Ministry of Agriculture of Russia. The functional structure of the digital platform project was formed and characterized as part of the software and hardware modules: “Efficient reclamation and water management complex”, “Intelligent reclamation system”, “Smart reclamation field”, “Safe reclamation”, “Competitive enterprise” and “Professional melioration”. **Conclusion.** Updating the digitalization of Russian agricultural production will require the consolidation of all participants in digital solutions in the field of land reclamation in terms of preparing a detailed, evidence-based concept for the development of the Digital Land Reclamation platform, coordinated with the departmental project “Digital Agriculture”.

Keywords: priorities, digitalization, reclamation water management complex, areas, activities, platform, software and hardware modules

For citation: Yurchenko I. F. Priority areas and activities of modern digitalization in land reclamation. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(2):84–100. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100>.

Введение. Актуальность вопросов цифровизации технологических процессов мелиорации и мелиоративного производства агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации обусловлена модернизацией и трансформацией системы растениеводства, базирующимися на внедрении цифровых технологий и платформенных решений в соответствии с Указом Президента России от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Для цифровизации отечественного сельского хозяйства настоящего времени характерно отсутствие [1–3]:

- необходимого теоретического обоснования и опыта управления ин-

новационными технологическими процессами сферы мелиоративной деятельности;

- должного оснащения информационных систем техническими средствами, оборудованием и техникой;

- требующихся финансов у хозяйствующих субъектов для модернизации и обновления парка техники, использования программно-коммуникационных комплексов, цифровых платформ и пр.;

- квалифицированных кадров для разработки, внедрения и эксплуатации цифровых решений.

Усугубляет ситуацию высокая степень себестоимости, отсталость или отсутствие системы логистики, хранения и доставки сельскохозяйственной продукции.

Цель настоящей работы заключается в формировании приоритетных направлений и эффективных мероприятий развития современной цифровизации в мелиорации, соответствующей высокотехнологичной, устойчивой, экологически безопасной отечественной системе растениеводства, активно создаваемой в России в современный период.

Материалы и методы. Работа выполнялась по результатам анализа знаний, информации и данных, полученных из открытых источников, в части разработки, внедрения и использования автоматизированных информационных систем и других технологий цифровых решений в сельском хозяйстве, включая сферу мелиоративной деятельности. Глубина исследований включала временной период порядка 30 лет, содержащий материалы перспективных технических, технологических, организационных и прочих решений по цифровизации агропроизводства, достижения практики, работы ведущих отечественных и зарубежных ученых, нормативно-методическую и нормативно-правовую документацию по теме исследований. Объект НИР – приоритетные направления и мероприятия современной цифро-

визации производства и социальной сферы экономики. Предметом служили успешные решения по цифровизации в сфере мелиоративной деятельности.

Рабочая гипотеза исследований полагает, что эффективность цифровизации возрастает при комплексном подходе к стандартизированным процедурам теоретического обеспечения и практического использования систем автоматизированного управления технологическими процессами мелиоративной сферы деятельности с четким пониманием необходимости выбора наиболее важных с точки зрения накопленного опыта направлений, в которых цифровизация обеспечит максимальный эффект и станет ключевым средством, ведущим к успешному внедрению инновационных технологий и в других секторах экономики.

Рекомендации и предложения выполненной ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» работы, результаты которой представлены в настоящей статье, базируются на концептуальных положениях ведомственного проекта Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство» и методических подходах к созданию единой национальной цифровой платформы в АПК «Цифровое сельское хозяйство», сформированной в его составе.

Результаты и обсуждение. Мелиоративный водохозяйственный комплекс – сложная, многогранная структура, каждый компонент которой в значимой степени влияет на результат его функционирования. В настоящее время состояние производства сферы мелиоративной деятельности оставляет желать лучшего [4, 5].

По данным фактографических материалов, полученным от государственных учреждений по управлению мелиорацией земель и сельскохозяйственному водоснабжению на уровне субъектов Российской Федерации, площадь орошаемых сельхозугодий в 2018 г. составляла 4222,71 тыс. га, или 1,9 % от сельхозугодий*, из них в сельскохозяйственном производстве

*Здесь и далее данные без Республики Крым.

использовалось 3593,2 тыс. га (84,1 %) орошаемых сельхозугодий. Указанные данные свидетельствуют о масштабности отрицательных изменений в области использования орошаемых земель.

Балансовая стоимость объектов мелиоративного водохозяйственного комплекса – 272,4 млрд руб., из них стоимость федеральной собственности – 158,4 млрд руб., или 58 % общей балансовой стоимости. Сведения о полной и остаточной балансовой стоимости оросительных систем федеральной формы собственности по округам Российской Федерации свидетельствуют об их существенном износе, достигающем 70 %.

Урожайность зерновых культур на орошении выше их урожайности на площадях без полива на 35 %, овощей – на 32,6 %, продуктивность кормовых угодий – на 79,3 %.

Объем производства зерновых на орошаемых землях составил 3,09 % общего объема производства зерновых, овощей – 21,91 %, грубых и сочных кормов – 23,16 %, что, конечно, требует повышения. Например, во времена СССР сфера мелиоративного агропроизводства обеспечивала более 30 % общего объема валового производства сельхозпродукции [6].

Реализация мероприятий по модернизации функционирующего мелиоративного водохозяйственного комплекса, а также создание новых, инновационных гидромелиоративных систем нового поколения на основе цифровизации позволит повысить эколого-экономическую эффективность орошаемых земель, занятых в секторе производства сельскохозяйственной продукции [7].

Исследования в области моделирования, поддержки принятия решений, создания систем автоматизированного проектирования и управления технологическими процессами мелиоративной деятельности получили широкое развитие в 60–80 гг. XX в. в Институте водных проблем, Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Московском гидромелиоративном институте, Но-

вочеркасском институте мелиорации и в ряде других отраслевых институтах и вузов страны.

Начавшаяся в 80-е гг. прошлого столетия трансформация управления сферой мелиоративной деятельности отрицательно сказалась на состоянии мелиоративного водохозяйственного комплекса и прекратила работы по внедрению цифровых подходов в практику аграриев нашей страны. В то же время за рубежом работы по цифровизации агропроизводства, обеспечивающего рациональное потребление поливной воды, удобрений, мелиорантов, ядохимикатов и прочих материалов с гарантией эффективного управляющего воздействия на структурные элементы агроландшафта, были успешно продолжены, что позволило странам Запада занять передовые позиции на мировом рынке продовольствия и промышленного сырья [8–13].

Отмечая возрастающую актуализацию цифровизации в период настоящей модернизации сельхозпроизводства, к сожалению, приходится говорить о недостаточном освещении научной общественностью возможностей и вызовов цифрового оснащения отечественного мелиоративного сектора [14–19]. Тем не менее уже проведены весьма серьезные и значимые исследования в сфере мелиорируемого агропроизводства и представлены интересные результаты НИР в публикациях Л. А. Александровской [6], В. В. Бородычева и М. Н. Лытова [20], М. Л. Варгановой и Е. В. Дробот [21], Г. И. Канюка, И. А. Бабенко и др. [22], В. Н. Щедрина, С. М. Васильева, В. В. Слабунова и др. [23], специалистов ВНИИГиМ [24] и др., послужившие основой настоящей НИР.

С учетом полученных автором результатов анализа возможностей развития цифровых решений сферы мелиоративной деятельности и концептуальных положений ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», ориентированного на создание одноименной национальной цифровой платформы в АПК, рассматриваются следующие направления цифровизации мелиорации:

- научно-исследовательские, технологические, социально-экономические, производственные и прочие процессы в сферах проектирования, строительства и эксплуатации объектов мелиорации;

- область государственной поддержки сельхозтоваропроизводителя; нормативно-методические и нормативно-правовые базы, регулирующие освоение и развитие цифровых решений; финансирование, страхование и прочие процессы государственного управления мелиоративной деятельностью;

- информационная инфраструктура в сельской местности, кадровое обеспечение и информационная безопасность использующихся цифровых технологий.

В качестве приоритетного мероприятия реализации указанных направлений цифровизации мелиорации следует осуществить в составе платформы «Цифровое сельское хозяйство», созданной в рамках ведомственного проекта, разработку субплатформы «Цифровая мелиорация» (далее по тексту платформа «Цифровая мелиорация»). Цель разработки платформы – развитие сферы мелиоративной деятельности на федеральном, областном, муниципальном уровнях и уровне хозяйствующих субъектов, обеспечивающее становление мелиоративных технологий, производительности труда, себестоимости товаров и услуг в области мелиорации с масштабом успешности не ниже мирового и превышающим его.

В составе указанной платформы предлагается создание следующих цифровых модулей: «Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс», «Интеллектуальная мелиоративная система», «Умное мелиорируемое поле», «Безопасная мелиорация», «Конкурентоспособное предприятие» и «Профессиональная мелиорация», которые интегрируют весь объем знаний, информации и сведений в сфере мелиоративной деятельности, необходимый для принятия решений и реализации управляющих воздействий, как в области технологических и производственных процессов от-

дельно взятого хозяйства, так и в глобальных процессах государственного управления мелиоративным сектором экономики на муниципальном, областном и федеральном уровнях. Наличие достоверной и своевременной информации должно обеспечить эффективные показатели финансово-производственной деятельности за счет оптимизации управленческих воздействий [7, 25, 26].

Наряду с этим в рамках сервисных модулей платформы «Цифровая мелиорация» следует организовать сбор и систематизацию данных для подготовки аналитического отчета о целесообразности оказания финансовой поддержки организациям, выступающим в качестве клиентуры финансовых займов, страхования, кредитования, субсидий и других форм государственной поддержки.

Важно также предусмотреть максимально широкую автоматизацию агро-мелиоративных процессов растениеводства, управляемых с использованием инновационных цифровых технологий, средствами современной цифровизации процедур контроля, сбора, передачи и обработки данных.

Перспективным направлением реорганизации мелиорации с учетом цифровизации однозначно является внедрение в практику сферы мелиоративной деятельности искусственного интеллекта и роботизации. При разработке технологий искусственного интеллекта и их адаптации к производственным условиям модернизируемого объекта мелиорации следует особое внимание уделять подготовке кадров, способных корректировать функционирование интеллектуальных мелиоративных систем, обеспечив их согласование с изменяющимися условиями эксплуатации.

Отдельным направлением интеллектуальных комплексов для мелиорации можно считать робототехнические технологии. Роботы под управлением искусственного интеллекта объективно могут заменить человека не только при выполнении монотонных, однотипных и несложных производственных операций, но в первую очередь при работах в труднодоступ-

ных и (или) удаленных от хозяйственных производственных центров местах. При должном обучении под конкретно сформулированные задачи и при наличии искусственного интеллекта робот может принимать объективно адекватные управленческие решения в неординарных и критических ситуациях, что принципиально важно для мелиоративной деятельности. В целом интеллектуальные решения будут способствовать дальнейшему развитию инновационных агротехнологий и подходов в сфере цифровизации мелиорации.

Программно-коммуникационные модули платформы должны взаимодействовать с другими цифровыми сервисами властных органов для аккумуляции данных и сведений в едином информационном пространстве.

Функциональный модуль *«Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс»* платформы «Цифровая мелиорация» обеспечивает формирование инновационной системы планирования и оптимизации процессов развития и размещения мелиорации в агропроизводстве на разных уровнях обобщения агроландшафтов и использования земель (поле, участок, хозяйство, муниципалитет, субъект Российской Федерации, страна, зарубежные территории).

Целью разработки модуля *«Интеллектуальная мелиоративная система»* является реализация процессов эффективного развития, внедрения и эксплуатации технологий, конструкций и оборудования гидромелиоративных систем, сооружений и мелиоративных мероприятий на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, базирующихся на использовании мощных инструментариев цифровизации – искусственного интеллекта и роботизации.

Блок *«Умное мелиорируемое поле»* включает цифровизацию технологий сбора, последующего анализа и применения множеств больших данных, характеризующих как текущие процессы природной среды в целом, так и трансформацию почвенных условий и условий роста и развития рас-

тений, необходимых для бесперебойного увеличения производственных показателей растениеводства.

Мелиоративные работы – это всегда определенное техногенное воздействие на окружающую среду. Понятно, что полностью исключить возможность негативного влияния мелиорации как технологического процесса на окружающую среду невозможно априори. Поэтому перед разработчиками цифровых технологий для мелиоративного комплекса стоит задача его учета и минимизации последствий, по крайней мере, удержанием основных экобиологических факторов в рамках допустимой регенерации.

Цифровые технологии позволяют снизить негативное влияние на окружающую среду, но самое главное, они помогают точнее прогнозировать развитие ситуации в эко- и биосистеме в средне- и долгосрочной перспективе на основе обработки больших данных с учетом конкретного географического положения. Есть еще один существенный момент, касающийся экологической составляющей мелиоративного процесса в целом, – производство высококонкурентной, экологически безопасной продукции.

Модуль *«Безопасная мелиорация»* ведомственной платформы *«Цифровая мелиорация»* ориентирован на решение следующих основополагающих задач: применение ресурсосберегающих, экологически безопасных и (или) малоотходных технологий, формирование экологически чистых энергетических источников при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов мелиоративного водохозяйственного комплекса, выращивание безопасных продуктов питания и сырья для пищевой промышленности, сохранение биологического разнообразия и защита окружающей среды.

Возрастающий с учетом мировых тенденций уровень конкуренции в развитии агропроизводства определяет высокие требования к креативности и оригинальности используемых цифровых решений в сфере технологических процессов мелиоративной деятельности и мелиоративной ор-

ганизации в целом. Использование высокотехнологичных, основанных на применении цифровых методов повышения конкурентоспособности приемов ведения бизнеса позволит российским мелиоративным предприятиям сферы АПК существенно увеличить свое присутствие на мировом рынке.

Цель разработки блока *«Конкурентоспособное предприятие»* заключается в создании сквозного модуля интеллектуального сопровождения полного цикла процессов управления для руководящего состава организаций, занимающихся мелиорацией, от моделирования нестандартной стратегии ее технологического развития с применением контрольных функций на отдельно взятый период и для конкретного проекта до оперативного реагирования на непредвиденные обстоятельства и чрезвычайные ситуации.

Безусловно, качественный и количественный прорывной результат по цифровизации мелиоративного комплекса возможен только при наличии достаточного количества специалистов в данной области деятельности. Однако мелиорация даже в рамках аграрно-промышленного комплекса представляет слишком узкоспециализированную область для IT-специалистов. По этой причине необходимо на государственном уровне решать вопрос с подготовкой кадров.

Основополагающая задача блока *«Профессиональная мелиорация»* – помощь в создании и применении на базе специализированных вузов и среднепрофессиональных организаций образовательных программ с направленностью теоретического обоснования, разработки и применения практического опыта внедрения и эксплуатации инновационных технологий в сфере мелиорации.

Необходимо также предпринимать определенные шаги для решения вопросов удаленного образования и переподготовки имеющихся в регионе IT-специалистов с целью сопровождения и обслуживания именно мелиоративных автоматизированных систем. Повышение профессиональной

компетентности в вопросах цифровой мелиорации, безусловно, должно касаться не только узкоспециализированных инженеров и наладчиков, но и всего персонала, работающего в сегменте мелиоративной деятельности, что позволит прогнозировать перспективы цифровизации в мелиоративном секторе экономики Российской Федерации.

Проект подпрограммы «Цифровизация мелиорации» сочетается в том числе и с отдельными задачами, прописанными в федеральной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в составе таких модулей, как:

- *«Информационная инфраструктура»* (рассматривает развитие 5G-технологий);
- *«Нормативное регулирование цифровой среды»* (с направленностью расширения нормативов становления технологий Интернета вещей).

Государство должно стать частным партнером участников внедрения подпрограммы «Цифровизация мелиорации» в повседневную практику деятельности организаций АПК.

Выводы. У цифровизации отечественной сферы мелиоративной деятельности чрезвычайно высок потенциал, обусловленный объемами агропроизводства, наличием необходимых природных ресурсов и амбициозностью современных задач, решаемых в системе растениеводства АПК, которые связаны с импортозамещением ряда продуктов питания и сырья для промышленности и обеспечением продовольственной безопасности страны.

Вместе с тем современные реалии развития цифровых решений и становления отечественного сельского хозяйства, соответствующего мировому уровню и превосходящего его, далеки от желаемых. Предложенные в составе настоящей работы приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации в сфере мелиоративной деятельности Российской Федерации разработаны в соответствии с национальной программой

«Цифровая экономика Российской Федерации» и интегрированы в ведомственную программу «Цифровое сельское хозяйство».

К ключевым направлениям цифровизации мелиорации относятся: процессы в сферах проектирования, строительства, эксплуатации объектов мелиорации и процессы государственного управления мелиоративной деятельностью, а также область государственной поддержки сельхозтоваропроизводителя.

В качестве инструментария реализации и внедрения цифровизованных процессов мелиорируемого агропроизводства в практику сферы мелиорации предлагается разработка платформы «Цифровая мелиорация», в составе которой будут функционировать следующие программно-технические модули: *«Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс»*, *«Интеллектуальная мелиоративная система»*, *«Умное мелиорируемое поле»*, *«Безопасная мелиорация»*, *«Конкурентоспособное предприятие»* и *«Профессиональная мелиорация»*. Состав задач соответствующих модулей платформы «Цифровая мелиорация» необходим и достаточен для принятия решений и реализации управляющих воздействий по становлению нового мелиоративного водохозяйственного комплекса, модернизированного на базе инновационных технологий, техники и оборудования.

Список источников

1. Цифровая экономика и перспективы ее роста на 2018–2020 годы / А. В. Захарян, Е. С. Померко, А. В. Негодова, М. А. Давыденко // Экономика и предпринимательство. 2018. № 5(94). С. 169–173.
2. Кадомцева М. Е., Нейфельд В. В. Региональные особенности использования технологий точного земледелия в сельском хозяйстве // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25, № 2. С. 73–89. DOI: 10.15838/ptd.2021.2.112.5.
3. Диагностика рисков в деятельности организаций сельского хозяйства / С. В. Зайцев, А. Б. Алибекова, А. Д. Коротенкова, С. С. Шишкина // Финансы и кредит. 2022. Т. 28, № 1(817). С. 105–123. DOI: 10.24891/fc.28.1.105.
4. Солодунов А. А., Бандурин М. А. Вопросы безопасной эксплуатации внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. тез. по материалам Всерос. (нац.) конф., г. Краснодар, 19 дек. 2019 г. Краснодар: КубГАУ им. И. Т. Трубилина, 2019. С. 492–493.
5. Юрченко И. Ф. Планово-предупредительные мероприятия повышения надежности мелиоративных объектов // Природообустройство. 2017. № 1. С. 73–79.

6. Александровская Л. А. Развитие процессов цифровизации в мелиоративной сфере: тенденции и перспективы // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2020. № 4(72). С. 103–110.

7. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. М.: Росинформагротех, 2019. 80 с.

8. Shepon A., Henriksson P. J. G., Wu T. Conceptualizing a Sustainable Food System in an Automated World: Toward a “Eudaimonian” Future // *Frontiers in Nutrition*. 2018. Vol. 5. 00104. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00104>

9. Smith M. J. Getting value from artificial intelligence in agriculture // *Animal Production Science*. 2020. Vol. 60, № 1. P. 46–54. <https://doi.org/10.1071/AN18522>.

10. Big Data in Smart Farming – A review / S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, M.-J. Bogaardt // *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 153. P. 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>.

11. Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the “digital agriculture” revolution / M. Shepherd, J. Turner, B. Small, D. Wheeler // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. Vol. 100, iss. 14. P. 5083–5092. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>.

12. The politics of digital agricultural technologies: A preliminary review / S. Rotz, E. Duncan, M. Small, J. Botschner, R. Dara, I. Mosby, M. Reed, E. D. G. Fraser // *Sociologia Ruralis*. 2019. Vol. 59, № 2. P. 203–229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>.

13. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda // *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019. Vol. 90–91. 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

14. Кирейчева Л. В., Юрченко И. Ф., Яшин В. М. Модели и информационные технологии управления водопользованием на мелиоративных системах, обеспечивающие благоприятный мелиоративный режим // *Мелиорация и водное хозяйство*. 2014. № 5–6. С. 50–55.

15. Бандурина И. П., Сальникова И. И., Бандурин М. А. Определение уровня влияния рисков на эффективность инвестиционных проектов в АПК // *Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)*. Серия: Социально-экономические науки. 2019. № 6. С. 19–26. DOI: 10.17213/2075-2067-2019-6-19-26.

16. Огневцев С. Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 2(368). С. 77–80.

17. Юрченко И. Ф., Трунин В. В. Методология создания информационной технологии оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах // *Природообустройство*. 2013. № 4. С. 10–14.

18. Труфляк Е. В. Использование элементов точного сельского хозяйства в России. Краснодар: КубГАУ, 2018. 26 с.

19. Bandurina M. A., Yurchenko I. F., Bandurina I. P. Computer technology to assess the capacity reserve of the irrigation facilities of the agro-industrial complex // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 1–4 Oct. 2019. Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. 8933970. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8933970.

20. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Геопозиционный синтез мониторинговых данных и возможности их использования в режиме реального времени // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2016. № 1(41). С. 168–177.

21. Вартанова М. Л., Дробот Е. В. Регулирование цифровых финансовых активов и применение блок-чейн технологий в сельском хозяйстве // *Креативная экономика*. 2019. Т. 13, № 1. С. 37–48. DOI: 10.18334/ce.13.1.39778.

22. Об общих научных подходах к созданию унифицированных прецизионных энергосберегающих АСУ ТП / Г. И. Канюк, И. А. Бабенко, М. Л. Козлова, И. В. Сук, А. Ю. Мезеря // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2016. № 2(145). С. 20–32.

23. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация» / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, А. В. Слабунова, А. А. Завалин // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 53–64. <https://doi.org/10.14357/20718632200106>.

24. Юрченко И. Ф. Перспективы технологий Интернета вещей в агропроизводстве // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2021. Т. 11, № 1. С. 67–80. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1178> (дата обращения: 01.03.2022). DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-67-80.

25. Luo Y. A general framework of digitization risks in international business // Journal of International Business Studies. 2022. 53. P. 344–361. <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00448-9>.

26. Adesta E. Y. T., Agusman D., Avicenna A. Internet of Things (IoT) in Agriculture Industries // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI). 2017. Vol. 5, № 4. P. 376–382. DOI: 10.11591/ijeie.v5i4.373.

References

1. Zakharyan A.V., Pomerko E.S., Negodova A.V., Davydenko M.A., 2018. *Tsifrovaya ekonomika i perspektivy ee rosta na 2018–2020 gody* [Digital economy and prospects of its growth for 2018–2020]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], no. 5(94), pp. 169-173. (In Russian).

2. Kadomtseva M.E., Neyfeld V.V., 2021. *Regional'nye osobennosti ispol'zovaniya tekhnologiy tochnogo zemledeliya v sel'skom khozyaystve* [Regional features of the use of precision farming technologies in agriculture]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of Territory's Development], vol. 25, no. 2, pp. 73-89, DOI: 10.15838/ptd.2021.2.112.5. (In Russian).

3. Zaitsev S.V., Alibekova A.B., Korotenkova A.D., Shishkina S.S., 2022. *Diagnostika riskov v deyatelnosti organizatsiy sel'skogo khozyaystva* [Risk diagnosis in the activities of agricultural organizations]. *Finansy i kredit* [Finance and Credit], vol. 28, no. 1(817), pp. 105-123, DOI: 10.24891/fc.28.1.105. (In Russian).

4. Solodunov A.A., Bandurin M.A., 2019. *Voprosy bezopasnoy ekspluatatsii vnutrikhozyaystvennoy seti risovykh orositel'nykh sistem* [Issues of safe operation of the on-farm network of rice irrigation systems]. *Nauchnoe obespechenye agropromyshlennogo kompleksa: sbornik tezisov po materialam Vserossiyskoy (nats.) konferentsii* [Scientific Support of the Agro-industrial Complex: coll. of abstracts of proceedings of the All-Russian National Conference]. Krasnodar, KubGAU named after I.T. Trubilin, pp. 492-493. (In Russian).

5. Yurchenko I.F., 2017. *Planovo-predupreditel'nye meropriyatiya povysheniya nadezhnosti meliorativnykh ob'ektov* [Planned preventive measures to improve the reliability of reclamation facilities]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 1, pp. 73-79. (In Russian).

6. Aleksandrovskaya L.A., 2020. *Razvitie protsessov tsifrovizatsii v meliorativnoy sfere: tendentsii i perspektivy* [Development of digitalization processes in the land reclamation sector: trends and prospects]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKH)* [Bulletin of Rostov State University of Economics (RINH)], no. 4(72), pp. 103-110. (In Russian).

7. *Tsifrovaya transformatsiya sel'skogo khozyaystva Rossii: ofits. izd.* [Digital Transformation of Russian Agriculture: official edition]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2019, 80 p. (In Russian).

8. Shepon A., Henriksson P.J.G., Wu T., 2018. Conceptualizing a Sustainable Food

System in an Automated World: Toward a “Eudaimonian” Future. *Frontiers in Nutrition*, vol. 5, 00104, <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00104>.

9. Smith M.J., 2020. Getting value from artificial intelligence in agriculture. *Animal Production Science*, vol. 60, no. 1, pp. 46-54, <https://doi.org/10.1071/AN18522>.

10. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J., 2017. Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, vol. 153, pp. 69-80, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>.

11. Shepherd M., Turner J., Small B., Wheeler D., 2018. Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the “digital agriculture” revolution. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 100, iss. 14, pp. 5083-5092, <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>.

12. Rotz S., Duncan E., Small M., Botschner J., Dara R., Mosby I., Reed M., Fraser E.D.G., 2019. The politics of digital agricultural technologies: A preliminary review. *Sociologia Ruralis*, vol. 59, no. 2, pp. 203-229, <https://doi.org/10.1111/soru.12233>.

13. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P., 2019. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 90-91, 100315, <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

14. Kireycheva L.V., Yurchenko I.F., Yashin V.M., 2014. *Modeli i informatsionnye tekhnologii upravleniya vodopol'zovaniem na meliorativnykh sistemakh, obespechivayushchie blagopriyatnyy meliorativnyy rezhim* [Models and information technologies for water management in reclamation systems that provide a favorable reclamation regime]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 5-6, pp. 50-55. (In Russian).

15. Bandurina I.P., Salnikova I.I., Bandurin M.A., 2019. *Opreделение urovnya vliyaniya riskov na effektivnost' investitsionnykh projektov v APK* [Determining the level of risk impact on the investment project efficiency in the agro-industrial complex]. *Vestnik Yuzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the South Russian State Technical University (NPI). Series: Social and Economic Sciences], no. 6, pp. 19-26, DOI: 10.17213/2075-2067-2019-6-19-26. (In Russian).

16. Ognitsev S.B., 2019. *Tsifrovizatsiya ekonomiki i ekonomika tsifrovizatsii* [The digitalization of the economy and the economy of digitalization]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 2(368), pp. 77-80. (In Russian).

17. Yurchenko I.F., Trunin V.V., 2013. *Metodologiya sozdaniya informatsionnoy tekhnologii operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na mezhkhozaystvennykh orositel'nykh sistemakh* [Methodology for creating information technology of operational management of water distribution in inter-farm irrigation systems]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 4, pp. 10-14. (In Russian).

18. Truflyak E.V., 2018. *Ispol'zovanie elementov tochnogo sel'skogo khozyaystva v Rossii* [The Use of Elements of Precision Agriculture in Russia]. Krasnodar, KubGAU, 26 p. (In Russian).

19. Bandurin M.A., Yurchenko I.F., Bandurina I.P., 2019. Computer technology to assess the capacity reserve of the irrigation facilities of the agro-industrial complex. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon. Vladivostok, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 8933970, DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8933970.

20. Borodychev V.V., Lytov M.N., 2016. *Geopozitsionnyy sintez monitoringovykh dannykh i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v rezhime real'nogo vremeni* [Geopositional synthesis of data monitoring and the possibility of their use in real time]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Pro-

ceedings of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], no. 1(41), pp. 168-177. (In Russian).

21. Vartanova M.L., Drobot E.V., 2019. *Regulirovanie tsifrovyykh finansovykh aktivov i primeneniye blok-cheyn tekhnologii v sel'skom khozyaystve* [Regulation of digital financial assets and the use of block-chain technologies in agriculture]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy], vol. 13, no. 1, pp. 37-48, DOI: 10.18334/ce.13.1.39778. (In Russian).

22. Kanyuk G.I., Babenko I.A., Kozlova M.L., Suk I.V., Mezerya A.Yu., 2016. *Ob obshchikh nauchnykh podkhodakh k sozdaniyu unifikirovannykh pretsizionnykh energosberegayushchikh ASU TP* [On general scientific approaches to the creation of unified precision energy-saving process control systems]. *Energosberezhenie. Energetika. Energoaudit* [Energy Saving. Energy. Energy Audit], no. 2(145), pp. 20-32. (In Russian).

23. Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Slabunov V.V., Slabunova A.V., Zavalin A.A., 2020. *Podkhody k formirovaniyu informatsionnoy sistemy "Tsifrovaya melioratsiya"* [Approaches to the information system "Digital land reclamation"]. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy* [Information Technologies and Computer Systems], no. 1, pp. 53-64, <https://doi.org/10.14357/20718632200106>. (In Russian).

24. Yurchenko I.F., 2021. [Prospects for Internet of Things technologies in agricultural production]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, vol. 11, no. 1, pp. 67-80, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1178> [accessed 01.03.2022], DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-67-80. (In Russian).

25. Luo Y., 2022. A general framework of digitization risks in international business. *Journal of International Business Studies*, 5, pp. 344-361, <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00448-9>.

26. Adesta E.Y.T., Agusman D., Avicenna A., 2017. Internet of Things (IoT) in Agriculture Industries. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, vol. 5, no. 4, pp. 376-382, DOI: 10.11591/ijeie.v5i4.373.

Информация об авторе

И. Ф. Юрченко – главный научный сотрудник, доктор технических наук, доцент.

Information about the author

I. F. Yurchenko – Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Автор несет ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

The author is responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Статья поступила в редакцию 10.03.2022; одобрена после рецензирования 06.05.2022; принята к публикации 11.05.2022.

The article was submitted 10.03.2022; approved after reviewing 06.05.2022; accepted for publication 11.05.2022.