МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-67-80

Перспективы технологий Интернета вещей в агропроизводстве

Ирина Федоровна Юрченко

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва, Российская Федерация, irina.507@mail.ru

Аннотация. **Цель:** изучение, анализ и обобщение современного состояния и перспектив технологий Интернета вещей в агропроизводстве, позволяющих принимать правильные решения, сокращающих риски и повышающих рентабельность агропроизводства на основе применения единого информационного поля, формируемого по данным всех участников производственного процесса. **Методы:** в качестве базового методического подхода применялся метод сравнительного анализа, позволивший охарактеризовать основные подходы к использованию инновационных технологий в сельскохозяйственном секторе экономики и установить перспективы развития унифицированных, интегрированных в цифровую экономику страны научно обоснованных информационных систем в агропроизводстве. **Результаты.** Выполнен анализ состояния цифровизации агропроизводства и рынка Интернета вещей в отечественном сельском хозяйстве, выявивший потребность в их становлении и развитии согласно требованиям ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Представлены основные инновационные решения, характеризующие концепцию умного сельского хозяйства, и установлена возможность их применения уже в настоящее время. Охарактеризована техническая и технологическая вооруженность агропроизводства в области разработки, внедрения и использования информационных технологий. Приведены примеры успешно реализованных в отрасли инновационных решений, сервисов и проектов цифровизации технологических процессов агропроизводства. Показаны перспективы и направления использования технологий Интернета вещей в системе растениеводства отечественного АПК. Определены факторы, сдерживающие эволюцию новаций цифровизации в сельхозпроизводстве. **Выводы.** Планируемое внедрение IoT-технологий позволит сократить издержки, снизить риски производства, а также повысить производительность труда в сельском хозяйстве РФ в 2 раза уже к 2024 г.

Ключевые слова: Интернет вещей, агропроизводство, становление и развитие, эволюция новаций, эффективность использования

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

Prospects of Internet of things technologies in agricultural production

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

Abstract. Purpose: to study, analyze and generalize the current state and prospects of IoT technologies in agricultural production, which allow making the right decisions, reducing risks and increasing the profitability of agricultural production based on the use of a unified information field, formed according to the data of all participants in the production process. **Methods:** as a basic methodological approach, the method of comparative analysis which

made it possible to characterize the main approaches to the use of innovative technologies in the agricultural sector of the economy and determine the prospects for the development of unified scientifically grounded information systems integrated into the country's digital economy in agricultural production was used. **Results.** The analysis of the digitalization state of agricultural production and the Internet of Things market in domestic agriculture has been carried out, which revealed the need for their formation and development in accordance with the requirements of the departmental project “Digital Agriculture”. The main innovative solutions that characterize the concept of smart agriculture are presented, and the possibility of their application is established at the present time. The technical and technological equipment of agricultural production in the development, implementation and use of information technologies is characterized. The examples of innovative solutions, services and digitalization projects of agricultural production processes successfully implemented in the industry are given. The prospects and directions of using the Internet of Things technologies in the crop production system of the domestic agro-industrial complex are shown. The factors restraining the evolution of innovations of digitalization in agricultural production are determined. **Conclusions.** The planned introduction of IoT technologies will allow to reduce costs and production risks, as well as to increase labor productivity in agriculture in the Russian Federation by 2 times by 2024.

Keywords: Internet of Things, agricultural production, formation and development, evolution of innovations, efficiency of use

Введение. В настоящее время сельское хозяйство промышленно развитых стран уделяет большое внимание высокоточному (прецизионному) земледелию, широко использующему телекоммуникационные, информационные и спутниковые навигационные системы сбора и обработки данных и другие новации высоких технологий [1].

К разрабатываемым и активно используемым решениям относятся: системы точного внесения удобрений, ирригации, борьбы с вредителями, а также посадки и замена тяжелой тракторной техники, интенсивно уплотняющей почву [2].

На фоне наблюдающегося снижения комфортности почвенно-климатических и погодных условий агроландшафтов растет расход удельной энергии, затрачиваемой в агроэкосистемах на производство продукции растениеводства, в связи с чем адаптивно-дифференцированное использование химических, биологических, техногенных и иных факторов интенсификации агропроизводства приобретает все большую актуальность [3–5].

Реализация требований повышения урожайности, сокращения издержек и роста доходности агропроизводства в наступающих новых эколо-

го-социально-экономических условиях, вызванных неуклонным ростом потребности в продуктах питания для увеличивающегося мирового населения, все чаще связывается с концепцией умного сельского хозяйства. Последняя базируется на использовании инновационных технологий, позволяющих максимально автоматизировать сельскохозяйственную деятельность на основе интеллектуальных решений, сокращающих, вплоть до полного исключения, необходимость участия в производственном цикле человека. Это, с одной стороны, снижает риск негативных последствий, а с другой – обеспечивает качественный контроль производственных технологий.

По оценкам аналитической организации Future Market Insights, мировой рынок интеллектуальных сельскохозяйственных решений в 2016 г. составлял порядка 13 млрд долл., превышая почти на 5 % результаты 2015 г. [6]. К 2026 г. ожидается рост указанного рынка до 40 млрд. Прогнозируемый среднегодовой темп его роста в ближайшие годы составляет порядка 11 %. Значимый объем рынка (более 53 %) находится в Северной Америке, что во многом обусловлено высокой заинтересованностью в указанных инновациях фермеров США.

Отличие результатов в оценках разных аналитических агентств объясняется большим количеством направлений рынка умного сельского хозяйства, классифицируемых агентствами на основе своих предпочтений.

Основные инновационные решения, характеризующие концепцию умного сельского хозяйства:

- прецизионное (точное) агропроизводство;
- беспилотные наземные транспортные средства и летательные аппараты;
- автономные беспроводные датчики и сенсоры;
- цифровое моделирование объектов управления;
- технологии больших данных;
- облачные технологии;

- применение программных продуктов на основе нейросетей и искусственного интеллекта.

Умные решения технологий Интернета вещей (ИБ, Internet of Things, IoT), обеспечивающие взаимодействие физических объектов, устройств и систем производственных процессов АПК на основе средств коммуникации и связи вкупе со стандартами интеграции, находят широкое применение и в проектах аграрной сферы будущего, что обуславливает необходимость своевременной оценки их возможностей, перспектив и вызовов.

Цель настоящей работы – изучение, анализ и обобщение современных реалий и перспектив технологий Интернета вещей, позволяющих принимать правильные решения, сокращающих риски и повышающих рентабельность агропроизводства на основе применения единого информационного поля, формируемого по данным всех участников производственного процесса, что повышает эффективность назначаемых управляющих воздействий.

Научная новизна результата заключается в повышении для широкого класса задач управления агроэкосистемами степени универсализации методологии, унификации технологии и детализации функций систем информационно-аналитической и технологической поддержки производственных процессов агропроизводства.

Методы исследования. В качестве базового методического подхода при оценке преимуществ и недостатков процесса цифровизации отечественного АПК применялся метод сравнительного анализа, позволивший охарактеризовать основные подходы к использованию инновационных технологий в сельскохозяйственном секторе экономики и установить перспективы развития унифицированных, интегрированных в цифровую экономику страны научно обоснованных информационных систем в агропроизводстве.

Результаты и обсуждения. До недавнего времени растениеводство традиционно не относилось к секторам экономики, широко использующим

наукоемкие высокотехнологичные процедуры и операции в практике производства.

Рост информатизации и глобализации общества при явно выраженных трендах методологической универсализации, технологической унификации и функциональной детализации используемого информационно-аналитического обеспечения технологий производства обусловил возможность их применения для широкого класса почвенно-аналитических и земельно-оценочных задач [7–9]. Цифровизация агропроизводства осуществляется уже сейчас, а планируемый технологический прорыв – один из приоритетных проектов аграрной отрасли на ближайшие годы. Этому наряду с активизацией применения цифровых технологий в промышленности, обеспечивающей возможности трансфера в сопредельные сектора экономики, способствуют:

- развитие технологий четвертой аграрной революции для защиты растений, анализа почв, разработка принципиально новых и эффективных мелиорантов, удобрений, гербицидов, фунгицидов, направленных на борьбу с деградацией почв и ухудшением климата;
- востребованность специализированных цифровых технологий бизнесом и региональными властными структурами;
- наличие запроса от органов власти на организацию цифровизации в регионах;
- эффективность функционирования центров цифровой экспертизы на базе ключевых вузов;
- усиление на законодательном уровне контролирующих функций государства в использовании земли как живого ресурса.

Технологическая и техническая вооруженность информационного обеспечения управленческих решений в сельском хозяйстве постоянно возрастает. Контролирующие устройства в поле, на ферме, датчики сельхозтехники, метеостанций, спутников, дронов постоянно передают данные

от всех участников производственных процессов для реализации управляющих воздействий. Сведения обобщаются, формируя единое информационное поле, помогающее аграриям в приобретении навыков работы в условиях модернизации. Наличие необходимой информации позволяет принимать рациональные решения, снижающие риски и повышающие рентабельность сельхозпроизводства [10–13].

Круг решаемых цифровизацией задач агропроизводства широк и включает задачи от трансформации производственной системы и агротехнологий до развития логистических структур и импортозамещения.

Уже сейчас в сфере АПК задействованы цифровые подходы и решения [14–16]:

- для систем управления хозяйствами, способствуя оцифровке их данных;
- использования робототехники, включая дроны-беспилотники;
- технологий точного земледелия;
- сервисов торговли семенами, удобрениями, мелиорантами, гербицидами, пестицидами, фунгицидами, готовой продукцией и пр.;
- в качестве аналитического инструментария технологических этапов производственных процессов;
- для формирования актуальной экспертизы специалистов знаний о почве, воде, сельскохозяйственных культурах, агротехнике и кадрах, праве и других направлениях;
- систем обмена данными сельхозтоваропроизводителей с государственными службами.

От оцифровки процессов сельского хозяйства с помощью технологий и ИТ-оборудования и работы с большими данными прогнозировался значимый рост действенности производства, что и подтвердили реализованные проекты [17].

К успешно реализованным отечественным проектам цифровизации

в АПК относится экосистема Digital Agro, работающая в 28 регионах РФ на 4,4 млн га, сформированных в составе порядка 10000 полей. Приоритеты Digital Agro – обеспечить удобную цифровую экосистему для всех участников АПК, чтобы максимально оцифровать все процессы в аграрной отрасли для повышения эффективности производства, производительности труда и рентабельности. Внедрение продуктов фирмы повышает урожайность на 100 %.

Следует отметить и другие достижения отечественного АПК. Так, в Ростовской области успешно работает стартап централизованной закупки запчастей для сельхозтехники. Агропредприятия региона реализовали автоматизацию процесса взвешивания, сократив в 5 раз затраты времени. Агроarii начали использовать беспилотники для повышения эффективности выполнения агротехнологий и контроля состояния посевов. Создан Южный научно-образовательный центр цифровизации АПК, на базе которого разрабатываются и внедряются перспективные технологии. Центр также завершает подготовку к партнерству с Инновационным центром «Сколково».

С 2019 г. ведется разработка дорожной карты цифровизации сельского хозяйства Тамбовской области, в составе которой систематизированы процессы и отчетность агропроизводства, автоматизировано получение пяти субсидий для аграриев. Проект запущен экспертами совместно с компанией Digital Agro и ведущим ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ».

Компаниями ПАО «Ростелеком» и ГК «Русагро» разработана технология по оснащению сельхозтехники датчиками для мониторинга ситуации на поле и предотвращения потерь урожая, не требующими доступа к сети интернет и обеспечивающими возможность передачи данных без остановки техники, что снижает потери до 10 %.

Однако в целом цифровизация агросферы существенно отстает от других секторов экономики, что, кстати, характерно не только для отечественного АПК [18–20].

Доля российских аграриев, использующих цифровые платформы, не превышает 10–15 %. Несколько выше внедрение «цифры» в ключевые технологические процессы: контроля и учета данных о погоде, обработки материалов спутников и дронов для мониторинга урожая, использования датчиков контроля за работой техники и т. п.

К факторам, сдерживающим эволюцию новаций цифровизации в сельхозпроизводстве, относятся:

- излишняя ориентация на цифровизацию локальных процедур производства, что при всех достоинствах этого подхода не обеспечивает максимальную эффективность управляющих воздействий, характерную для решений, полученных на основе данных от общей автоматизации технологического процесса;

- отсутствие должной информации для аграриев о возможностях и эффекте технологизации производства и, как следствие, понимания важности внедрения технологий на сельхозпредприятиях;

- недостаточность инфраструктуры (коммуникаций и сети интернет);

- необходимость в поддержке внедрения цифровых продуктов и информационных систем;

- недостаток качественного агрообразования и квалифицированных кадров на селе.

Перспективы Интернета вещей в сельском хозяйстве, очевидно, связаны с созданием экосистемы сервисов от одного или различных поставщиков, которые работают в едином цифровом контуре, способны обмениваться данными, предоставляя возможность любому участнику сельскохозяйственной сферы иметь доступ ко всем инструментам для реализации своей деятельности. Ожидается увеличение количества датчиков, используемых в аграрной сфере.

Для успешного и быстрого развития цифровых технологий в сельском хозяйстве потребуется создать стандарт обмена данными и развивать

партнерские отношения между игроками рынка, чтобы масштабировать и унифицировать экспертизу.

Привлекательными направлениями для поиска новых решений крупных агрокомпаний могут стать становление робототехники и прогнозирование урожайности. Дополнительная возможность развития цифровизации агропроизводства связана и со структурированием и систематизацией данных, созданием отраслевых стандартов, работающих на территории всей страны, организацией учета показателей цифровых платформ на государственном уровне.

Существует острая необходимость в создании и развитии базы научных знаний цифровизации АПК, основанной на современных разработках ученых.

Будущий цифровой АПК ориентирован:

- на использование точного земледелия;
- замену агронома роботами для оценки состояния агроценозов, прогнозирования заболевания растений и назначения требующихся агротехнологий;
- маркетплейс, в рамках которого фермеры напрямую общаются с потребителями;
- создание центра сбора, обобщения, анализа и хранения данных агропроизводства;
- умные системы анализа погоды и сбора урожая;
- роботизацию и появление беспилотной сельхозтехники.

Модернизация и развитие АПК посредством цифровизации будет осуществляться на концептуальных основах национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство», разработка которой выполнена по заказу Минсельхоза России в феврале 2020 г. компанией «ЛАНИТ». В документе предлагается создание более 50 сервисов, как государственных, так и частных, необходимых для управления отраслью в составе шести подплат-

форм, обеспечивающих: сбор отраслевых данных АПК, цифровое землепользование и землеустройство, агрометеопрогнозирование, информационную поддержку и предоставление услуг, хранение и распространение информационных материалов, прослеживаемость продукции АПК.

Платформа объединит информационные системы Минсельхоза России и стандартный протокол обмена данными с частными, использующимися сейчас и хорошо себя зарекомендовавшими платформами, обеспечив взаимодействие данных государственной отчетности и современных реальных агропроизводства, что должно содействовать большей достоверности и оперативности данных.

Наличие сервисов «Эффективный гектар», «Агрометеопрогнозирование», «Телеагроном», «55-й аграрный вуз», а также «База знаний» и онлайн-консультирование по разным направлениям агропроизводства позволит достичь значительного синергетического эффекта от внедрения цифровизации.

Частью национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство» станет и «Единое окно», консолидирующее всю статистическую информацию о текущем состоянии АПК. Его обслуживание и поддержка возлагается на «Центр агроаналитики».

Следовательно, основными задачами платформы являются контроль и учет, аккумуляция статистических и мониторинговых данных, без которых реализовать аграрную «цифровую повестку» невозможно. Реализация мероприятий национальной платформы предусматривается до 2024 г. Таким образом, основа для построения экосистемы цифровых сервисов и услуг в АПК сформирована.

Заключение. Сельское хозяйство не относится к ведущим инновационным отраслям экономики, но уже сейчас цифровая трансформация АПК и планируемое технологическое перевооружение – одна из главных задач аграрной отрасли, как и на ближайшую перспективу. На текущем

уровне развития цифровые технологии в России способны на 15 % снизить затраты на этапе производства продукции и на столько же сократить издержки при ее хранении. «Умные датчики» помогают повысить урожайность зерновых на 15 %, а использование систем эффективного земледелия на основе данных – увеличить рентабельность сельхозпроизводства на 20 %.

В проекте Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство» отмечается, что внедрение IoT-технологий позволит сократить издержки, снизить риски производства, а также повысить производительность труда в сельском хозяйстве РФ в 2 раза уже к 2024 г.

Список использованных источников

1 Цифровизация сельскохозяйственного производства России на период 2018–2025 гг. – М.: Проект «Германо-Рос. аграр.-полит. диалог», 2018. – 35 с.

2 «Индустрия 4.0» в АПК: основные тенденции применения технологий Интернета вещей в сельском хозяйстве / А. А. Тусков, Е. С. Грошева, И. В. Палаткин, О. С. Шорохова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 1(25). – С. 55–64.

3 Kireicheva, L. V. Evaluation of the efficiency of irrigation in a zonal soil sequence / L. V. Kireicheva, N. P. Karpenko // Eurasian Soil Science. – 2015. – Vol. 48, № 5. – P. 524–532. – DOI: 10.1134/S1064229315030060.

4 Bandurin, M. A. Technology for water economy monitoring of technical state of closed drainage on irrigation systems / M. A. Bandurin, V. A. Volosukhin, V. V. Vanzha // International Conference on Construction and Architecture: Theory and Practice of Industry Development. – 2018. – P. 214–218. – DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.214.

5 Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state / V. A. Volosukhin, M. A. Bandurin, V. V. Vanzha, A. V. Mikheev, Y. V. Volosukhin // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1015. – 042061. – DOI: 10.1088/1742-6596/1015/3/032146.

6 Юрченко, И. Ф. Совершенствование оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах / И. Ф. Юрченко, В. В. Трунин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 53. – С. 166–170.

7 Юрченко, И. Ф. Система поддержки принятия решений по водораспределению на базе веб-технологий / И. Ф. Юрченко, В. В. Трунин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2014. – № 2(14). – С. 87–97. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=716>.

8 Носов, А. К. Выявление потенциально опасных ГТС сферы мелиораций / А. К. Носов, И. Ф. Юрченко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2013. – Вып. 51. – С. 101–110.

9 Юрченко, И. Ф. Эксплуатационный мониторинг мелиоративных систем для поддержки управленческих решений / И. Ф. Юрченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 48–51.

10 Юрченко, И. Ф. Автоматизированное управление водораспределением на

межхозяйственных оросительных системах / И. Ф. Юрченко, В. В. Трунин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2. – С. 178–184.

11 Волосухин, Я. В. Применение неразрушающих методов при проведении эксплуатационного мониторинга технического состояния каналов обводнительно-оросительных систем / Я. В. Волосухин, М. А. Бандурин // Мониторинг. Наука и безопасность. – 2012. – № 2. – С. 102–106.

12 Волосухин, Я. В. Вопросы моделирования технического состояния водопроводящих каналов при проведении эксплуатационного мониторинга / Я. В. Волосухин, М. А. Бандурин // Мониторинг. Наука и безопасность. – 2012. – № 1. – С. 70–74.

13 Ботнева, Ю. С. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / Ю. С. Ботнева, А. А. Потапов // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 10(22). – С. 152–154.

14 Кирейчева, Л. В. Методические рекомендации по оценке экологической и мелиоративной ситуаций на орошаемых землях / Л. В. Кирейчева, И. Ф. Юрченко, В. М. Яшин. – М.: РАСХН, 1994. – 56 с.

15 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.

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

17 Ниточкин, М. Цифровизация АПК. Модный «хайп» или реальный бизнес-инструмент для отрасли / М. Ниточкин // Агроинвестор. – 2020. – № 5. – С. 19.

18 Островский, И. А. Международные цифровые платформы как инструмент макроэкономического регулирования рынка аграрной продукции / И. А. Островский // Проблемы системного подхода в экономике. – 2020. – Вып. 3(77), ч. 1. – С. 21–25. – DOI: 10.32782/2520-2200/2020-3-3.

19 Kumari, R. Input-output analysis for rural industrial development of Patna region / R. Kumari, V. Devadas // Journal of Regional Development and Planning. – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. 37–50.

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

References

1 *Tsifrovizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva Rossii na period 2018–2025 gg.* [Digitalization of Agricultural Production in Russia for the Period 2018–2025]. Moscow, Project “German-Russian Agrarian-Political Dialogue”, 2018, 35 p. (In Russian).

2 Tuskov A.A., Grosheva E.S., Palatkin I.V., Shorokhova O.S., 2018. “*Industriya 4.0*” v APK: *osnovnye tendentsii primeneniya tekhnologiy Interneta veshchey v sel'skom khozyaystve* [“Industry 4.0” in the agro-industrial complex: the main trends in the application of IoT technologies in agriculture]. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, Systems, Networks in Economy, Technology, Nature and Society], no. 1(25), pp. 55–64. (In Russian).

3 Kireicheva L.V., Karpenko N.P., 2015. Evaluation of the efficiency of irrigation in a zonal soil sequence. *Eurasian Soil Science*, vol. 48, no 5, pp. 524–532, DOI: 10.1134/S1064229315030060.

4 Bandurin M.A., Volosukhin V.A., Vanzha V.V., 2018. Technology for water economy monitoring of technical state of closed drainage on irrigation systems. *International Conference on Construction and Architecture: Theory and Practice of Industry Development*, pp. 214–218, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.214.

5 Volosukhin V.A., Bandurin M.A., Vanzha V.V., Mikheev A.V., Volosukhin V.V., 2018. Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1015, 042061, DOI: 10.1088/1742-6596/1015/3/032146.

6 Yurchenko I.F., Trunin V.V., 2014. *Sovershenstvovanie operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na mezhkhozyaystvennykh orositel'nykh sistemakh* [Improving the operational management of water distribution on inter-farm irrigation systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sbornik statey FGBNU "RosNIIPM"* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: Collection of Articles of Russian Research Institute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk, RosNIIPM, iss. 53, pp. 166-170. (In Russian).

7 Yurchenko I.F., Trunin V.V., 2014. [Decision support system for water distribution based on web technologies]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(14), pp. 87-97, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=716>. (In Russian).

8 Nosov A.K., Yurchenko I.F., 2013. *Vyavlenie potentsial'no opasnykh GTS sfery melioratsiy* [Identification of potentially dangerous hydrotechnical structures in the area of land reclamation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sbornik statey FGBNU "RosNIIPM"* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: Collection of Articles of Russian Research Institute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk, Helikon Publ., iss. 51, pp. 101-110. (In Russian).

9 Yurchenko I.F., 2004. *Ekspluatatsionnyy monitoring meliorativnykh sistem dlya podderzhki upravlencheskikh resheniy* [Operational monitoring of amelioration systems to support management decisions]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Industry], no. 4, pp. 48-51. (In Russian).

10 Yurchenko I.F., Trunin V.V., 2012. *Avtomatizirovannoe upravlenie vodoraspredeleniem na mezhkhozyaystvennykh orositel'nykh sistemakh* [Automated water distribution control on inter-farm irrigation systems]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2, pp. 178-184. (In Russian).

11 Volosukhin Ya.V., Bandurin M.A., 2012. *Primenenie nerazrushayushchikh metodov pri provedenii ekspluatatsionnogo monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya kanalov obvodnitel'no-orositel'nykh sistem* [Application of non-destructive methods during operational monitoring of the technical condition of canals of irrigation systems]. *Monitoring. Nauka i bezopasnost'* [Monitoring. Science and Security], no. 2, pp. 102-106. (In Russian).

12 Volosukhin Ya.V., Bandurin M.A., 2012. *Voprosy modelirovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya vodoprovodyashchikh kanalov pri provedenii ekspluatatsionnogo monitoringa* [Issues of modeling the technical condition of water supply channels during operational monitoring]. *Monitoring. Nauka i bezopasnost'* [Monitoring. Science and Security], no. 1, pp. 70-74. (In Russian).

13 Botneva Yu.S., Potapov A.A., 2018. *Primenenie geoinformatsionnykh sistem v sel'skom khozyaystve* [Application of geographic information systems in agriculture]. *Voprosy nauki i obrazovaniya* [Issues of Science and Education], no. 10(22), pp. 152-154. (In Russian).

14 Kireicheva L.V., Yurchenko I.F., Yashin V.M., 1994. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ekologicheskoy i meliorativnoy situatsiy na oroshaemykh zemlyakh* [Methodical recommendations for the assessment of ecological and reclamation situations on irrigated lands]. Moscow, RAAS Publ., 56 p. (In Russian).

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

16 Ognivtsev S.B., 2019. *Tsifrovizatsiya ekonomiki i ekonomika tsifrovizatsii* [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 Nitochkin M., 2020. *Tsifrovizatsiya APK. Modnyy "khayp" ili real'nyy biznes-instrument dlya otrasli* [Digitalization of the agro-industrial complex. Fashionable "HYIP" or a real business tool for the industry]. *Agroinvestor* [Agroinvestor], no. 5, p. 19. (In Russian).

18 Ostrovsky I.A., 2020. *Mezhdunarodnye tsifrovye platformy kak instrument makroekonomicheskogo regulirovaniya rynka agrarnoy produktsii* [International digital platforms as a tool for macroeconomic regulation of the agricultural market]. *Problemy sistemnogo podkhoda v ekonomike* [Problems of a System Approach in Economics], iss. 3(77), pt. 1, pp. 21-25, DOI: 10.32782/2520-2200/2020-3-3. (In Russian).

19 Kumari R., Devadas V., 2014. Input-output analysis for rural industrial development of Patna region. *Journal of Regional Development and Planning*, vol. 3, no. 2, pp. 37-50.

20 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/ije.v5i4.373.

Юрченко Ирина Федоровна

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: доцент

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова»

Адрес организации: ул. Большая Академическая, 44, г. Москва, Российская Федерация, 127550

E-mail: irina.507@mail.ru

Yurchenko Irina Fedorovna

Degree: Doctor of Technical Sciences

Title: Associate Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov

Affiliation address: st. Bolshaya Akademicheskaya, 44, Moscow, Russian Federation, 127550

E-mail: irina.507@mail.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 31.08.2020; одобрена после рецензирования 18.12.2020; принята к публикации 25.12.2020.

The article was submitted 31.08.2020; approved after reviewing 18.12.2020; accepted for publication 25.12.2020.