

Цифровизация сельского хозяйства в Японии

Коринна Сергеевна Костюкова¹

¹ Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е. М. Примакова РАН, Москва, Российская Федерация
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 23
E-mail: korinnks@imemo.ru

Аннотация

Цель. Основной целью данного исследования является рассмотрение процесса модернизации и трансформации сельскохозяйственного сектора Японии на основе цифровых технологий, в том числе анализ конкретных примеров реализации проектов, а также выявление препятствий, мешающих достижению ожидаемых результатов.

Методология проведения работы. В исследовании используются методы структурного, сравнительного и системного анализа и принцип формальной логики. Работа основана на анализе научных и аналитических материалов, посвященных проблеме исследования. Фактологической базой служат рамочные документы Кабинета министров Японии, СМИ, отчеты японских научно-исследовательских институтов и университетов.

Результаты работы. В статье представлено описание и анализ реализуемой японским правительством политики модернизации сельскохозяйственного сектора на основе цифровых технологий, приведены конкретные примеры научно-исследовательских проектов и практического применения описываемых технологий, выявлены проблемные области реализуемой политики и разрабатываемых проектов. Выдвинута гипотеза о ключевой роли правительства в процессе выработки новых стандартов организации работы с учетом применения инновационных технологий.

Выводы. Сельскохозяйственный сектор Японии сталкивается с острой нехваткой рабочей силы. Ожидается, что в ближайшие 5 лет ситуация будет усугубляться. Японское правительство рассматривает, что внедрение цифровых технологий и автономной техники позволит компенсировать нехватку рабочей силы на фермах, а также обеспечит новый этап развития традиционного сектора сельского хозяйства. Тем не менее, цифровизация сельского хозяйства не ограничивается лишь внедрением новейшей техники, но также предполагает выработку новых правил безопасности при использовании роботизированных тракторов, беспилотных летательных аппаратов, повышение грамотности фермеров в области ИКТ, стандартизацию новых сельскохозяйственных терминов. Несмотря на перспективность применения цифровых технологий, высокая стоимость нового оборудования и сложность его использования являются существенными препятствиями цифровизации сельского хозяйства Японии. Понимание особенностей процесса цифровой трансформации японского сельскохозяйственного сектора является весьма важным для эффективной реализации отраслевых проектов, существующих сегодня в России.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизация сельского хозяйства, цифровые платформы, большие данные, интернет вещей, искусственный интеллект, автономные машины, дроны, научно-техническая политика Японии

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-011-31492 «Научно-техническая политика в условиях цифровой трансформации общественного развития: мировой опыт и Россия».

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Костюкова К. С. Цифровизация сельского хозяйства в Японии // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. Т. 11. № 4. С. 358–369

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.4.358-369>

© Костюкова К. С., 2020



Digitalization of Agriculture Sector in Japan

Korinna S. Kostyukova¹

¹ Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

23, Profsoyuznaya street, Moscow, 117997

E-mail: korinnks@imemo.ru

Abstract

Purpose: this article includes the review of the Japanese policy on the digital transformation of the agricultural sector, description and analysis of the implementation cases, as well as identification of obstacles to achieve the expected results.

Methods: the study uses the methods of structural, comparative and systems analysis and the principle of formal logic. The article is based on the analysis of scientific and analytical materials devoted to the problem of research. The factual basis is the framework documents of the Cabinet of Japan, media, reports of Japanese research institutes.

Results: the article provides a brief review and analysis of the Japanese public of digital transformation of the agricultural sector, provides some cases, summarizes the interim results of the measures taken, identifies problematic factors that prevent the achievement of the expected results. The hypothesis is put forward about the key role of the government in the process of developing new standards for the digital transformation.

Conclusions and Relevance: Japan agricultural sector is facing a severe labor shortage. The situation is expected to get worse in the next 5 years. The Japanese government expects that digital technologies and autonomous equipment will compensate for the lack of labor on farms, as well as provide a new stage in the development of the traditional agricultural sector. However, the digitalization of agriculture sector is not limited to the introduction of the latest technology, but also involves the development of new safety rules for the use of robotic tractors, unmanned aerial vehicles, improving farmers ICT education, and standardizing new agricultural terms. However, despite the promise of using digital technologies, the high cost of new equipment and the complexity of its use is a significant obstacle to the digitalization of agriculture in Japan. The study of the features of the digital transformation of the Japanese agricultural sector is very important for the effective implementation of industry projects that exist today in Russia.

Keywords: digital transformation, digitalization of agriculture sector, digital platforms, big data, Internet of things, artificial intelligence, autonomous machines, drones, science and technology policy of Japan

Acknowledgments. The study was funded by the Russian Foundation for Basic Research according to the research project №20-011-31492 "Science and technology policy in the context of society's digital transformation: global practices and Russia".

Conflict of Interest. The Author declares that there is no Conflict of Interest.

For citation: Kostyukova K. S. Digitalization of Agriculture Sector in Japan. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2020; 11(4):358–369. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.4.358-369>

© Kostyukova K. S., 2020

Введение

Экономика Японии сталкивается с серьезной демографической проблемой, обусловленной быстрым старением и сокращением населения¹. Согласно прогнозам, представленным в докладе Национального института исследований народонаселения и социального обеспечения, к 2030 г. численность населения Японии сократится на 6,3%, а к 2045 г. – на 16,3% по сравнению с показателем 2015 г.² Численность рабочей силы будет сокращаться не только из-за отсутствия естественного прироста трудоспособного населения, но и из-за быстрого старения нынешних кадров. Два этих фактора приведут к сокращению трудо-

способного населения (в возрасте от 15-ти до 64-х лет) в среднем на 37,7% к 2045 г. Особо тяжелая ситуация, вероятно, создастся в сельской местности и небольших префектурах, расположенных преимущественно в северной части острова Хонсю. По разным оценкам, к 2045 г. численность трудоспособного населения в этом регионе сократится примерно на 65,1%.

Численность населения, занятого сельскохозяйственными работами, в 2016 г. составляла примерно 2 млн человек, или 1,66% всего населения страны. Согласно данным за 2016 г., собранным Министерством сельского, лесного и рыбного хозяйства, менее 11% рабочей силы, занятой в сель-

¹ 人口推計 - 2020年(令和2年)11月報 - [Статистика по изменению численности населения Японии]. Отчет Японского бюро статистики. URL: <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202011.pdf>

² 日本の地域別将来推計人口 (平成 30(2018)年推計) -平成 27(2015)~57(2045)年 - [Оценка состояния и перспектив изменения населения Японии по регионам в период в 2015 по 2045 гг.]. Отчет Национального института населения и социальной защиты Японии. URL: http://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/i/shicyoson18/1kouhyo/gaiyo_s.pdf

ском хозяйстве, моложе 45-ти лет³. Особенно тревожно то, что более 65% фермеров старше 65-ти лет. Ввиду того, что сельскохозяйственный сектор неуклонно теряет популярность среди молодого поколения в последние десятилетия, ожидается, что ситуация с нехваткой кадров в кратко- и среднесрочной перспективе будет лишь усугубляться.

Важно отметить, что сокращение численности населения и, как следствие, рабочей силы, угрожает сектору сельского хозяйства Японии на фундаментальном уровне, поскольку оно неизбежно влечет за собой сокращение внутреннего рынка сельскохозяйственной продукции. Некоторые аналитики рассматривают увеличивающийся в последние годы экспорт японской сельскохозяйственной продукции в качестве одного из основных стимулирующих факторов поддержки сектора. В конце 2018 г. рост экспорта составил около 7,8% и равнялся примерно 7,73 млрд долл.⁴ Однако подобные оценки весьма спорны, так как фокус на экспорт может отрицательно сказаться на обеспечении потребностей в сельскохозяйственной продукции внутреннего японского рынка.

Эти две параллельно развивающиеся тенденции – сокращение рабочей силы и увеличение внешнего спроса – указывают, что наиболее важными для сохранения конкурентоспособности японского сельскохозяйственного сектора на сегодня являются не только и не столько привлечение иммигрантов для восполнения нехватки рабочей силы, сколько сокращение зависимости от ручного труда, автоматизация и трансформация процессов обслуживания сектора на основе новейших технологий.

По разным оценкам, рынок «умного» сельского хозяйства, объем которого в начале 2017 г. составлял около 98 млрд долл., увеличится к 2024 г. почти на 302% и составит примерно 308 млн долл.

«Умное» сельское хозяйство является молодым рынком, базирующимся на использовании новейших технологий и инноваций – главным образом, на информационно-коммуникационных технологиях, куда входят, прежде всего, интернет вещей, искусственный интеллект, технология анализа больших данных, автономные машины, беспилотный транспорт и другая робототехника. Все эти технологии позволяют увеличить объем производства в сельскохозяйственном секторе, снизить затраты, повысить качество продукции, одновременно увеличив ее добавленную стоимость, обеспечить более безопасную рабочую среду для работников фермерских хозяйств. Кроме

того, инновационные разработки с применением технологии искусственного интеллекта и анализа больших данных помогают фермерам в культивировании новых сортов и производят комплексный экологический контроль сельскохозяйственных угодий и теплиц. Инновационные решения в сфере поддержки продаж обеспечивают поиск потенциальных покупателей и связь их с производителем с помощью ИКТ технологий. Решения в области управления хозяйством снижают нагрузку фермера по решению административных задач, помогают прогнозировать урожайность, определять время сбора урожая, опираясь на прошлые данные, а также данные прогнозов погоды и ожидаемые климатические изменения.

Выбор исследуемой в статье проблематики обусловлен тем, что модернизация сельского хозяйства с применением новейших цифровых технологий является на сегодняшний день одним из ключевых мировых трендов. Для России, как одной из крупнейших агростран в мире, особенно важно достижение высоких темпов развития цифровой инфраструктуры в данном секторе, что не раз подчеркивал в своих выступлениях Президент РФ В.В. Путин. В настоящее время в нашей стране цифровая трансформация сельского хозяйства происходит в рамках разработанного Минсельхозом РФ отраслевого проекта «Цифровое сельское хозяйство». Исследование зарубежного, в частности, японского опыта в данной сфере, включая изучение существующих возможностей и возникающих препятствий, будет способствовать эффективности реализации российских национальных проектов.

Обзор литературы и исследований. В подходе к исследованию текущей ситуации в Японии автор опирается на работы российских ученых, занимающихся разработкой и исследованием концепции государственной научно-технической и инновационной политики, национальных инновационных систем – среди которых Акимов А.В. [1], член-корреспондент Афонцев С.А. [2], Данилин И.В. [3, 4], академик Иванова Н.И. [5].

Тем не менее, тема цифровизации в секторе сельского хозяйства является новой как для российской, так и для зарубежной науки. На сегодняшний день среди публикаций отечественных ученых присутствует достаточно мало работ, посвященных анализу и оценке социальных и экономических эффектов от внедрения прорывных технологий в сельскохозяйственный сектор как на уровне отдельного государства, так и общемировой практики в целом. Исследования, раскрывающие данную

³ 農林業センサス [Оценка состояния и перспективы развития сельского и лесного хозяйства Японии]. Отчет министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства. URL: <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500209&tstat=0001032920&cycle=0&tclass1=000001077437&tclass2=000001077396&tclass3=000001093235&tclass4=000001093336>

⁴ Expand exports to boost agricultural profits. URL: <http://the-japan-news.com/news/article/0004278678> (Дата обращения: 21.10.2020)

тему на примере Японии, совсем отсутствуют в научной литературе. С одной стороны, это усложняет работу, с другой – открывает возможность для проведения комплексных исследований при разных подходах.

Материалы и методы. Основными материалами для работы послужили подготовленные японским правительством рамочные программы и стратегии государственного развития, содержащие ключевую информацию о реализуемой научно-технической и инновационной политике, аналитические материалы и отчеты японских и международных аналитических центров. Кроме того, важными информационными источниками стали публикации в зарубежных, в том числе, в японских СМИ, а также на сайтах государственных органов, институтов развития и бизнес-ассоциаций Японии.

В качестве основных методов исследования в данной работе применены структурный, сравнительный и системный анализ, принцип формальной логики, что определяет как достоверность, так и практическую значимость и полезность представленной статьи.

Результаты исследования

Реализуемая политика

В 2020 г. правительство Японии выпустило «Основной план по продовольствию, развитию сельского хозяйства и поддержке сельских районов»⁵, где были сформулированы ключевые направления и меры по развитию сельского хозяйства страны на ближайшие 10 лет. Согласно Плану, численность фермеров в Японии к 2030 г. составит примерно 1,31 млн, сократившись по сравнению с показателем в 2,08 млн по состоянию на 2015 г. Тенденция к сокращению числа фермеров вызывает серьезную обеспокоенность, так как это может привести к появлению районов с неустойчиво развивающимся или даже исчезающим сельским хозяйством.

Для преодоления существующих проблем правительство Японии предпринимает различные меры и инициативы, способные компенсировать указанную ситуацию. Среди основных мер следует назвать реализацию стратегических программ содействия инновациям, финансовую поддержку инновационных разработок посредством стимулирования межсекторального взаимодействия, поддержку малых и средних инновационных ком-

паний, привлечение к исследованиям и разработкам частных крупных корпораций.

«Программа создания стратегических инноваций». В контексте усиления инновационного развития страны было инициировано несколько крупных программ. Ключевой в направлении поддержки сельского хозяйства стала «Межминистерская программа создания стратегических инноваций» (SIP – Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program).

Программа создания стратегических инноваций была запущена в 2013 г. в рамках реализации «Стратегии возрождения Японии». Главными органами, контролирующими деятельность программы, выступает Совет по научно-технической политике и Японское агентство по науке и технологиям. Совет отвечает за формулировку критических областей для развития, выделение актуальных проблем, внесение важных институциональных изменений, подготовку необходимых нормативных актов и других документов. Агентство, в свою очередь, отвечает за непосредственное доведение инициатив до практических разработок. В рамках программы определяется перечень стратегических направлений для развития и критических вызовов, формируются ответственные за каждое направление экспертные группы и определяются ответственные за проведение исследований и практическую реализацию полученных результатов научно-исследовательские институты (табл. 1).

Ежегодно на поддержку данной программы правительством Японии выделяется около 450 млн долл. Отдельной статьей бюджетных расходов является организация сотрудничества с профильными технологическими университетами и научно-исследовательскими институтами страны с целью создания опытных испытательных технологических платформ и лабораторий, подготовки квалифицированных кадров.

Цифровая платформа WAGRI. Первым крупным проектом, подготовленным в рамках межминистерской программы SIP, стала цифровая платформа WAGRI⁶.

В 2018 г. Национальная научно-исследовательская организация сельского хозяйства и продовольствия Японии (NARO) создала исследовательский центр сельскохозяйственных информационных технологий с целью масштабного развития нового направления – «умного» или «интеллектуального»

⁵ 食料・農業・農村基本計画 [Основной план по продовольствию, развитию сельского хозяйства и поддержке сельских районов]. Рамочный документ Министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства. URL: https://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/attach/pdf/index-13.pdf

⁶ Прим. автора: Название платформы WAGRI представляет собой сокращение из двух элементов: WA – гармония (яп. язык), и AGRI – сокращение от «agriculture», то есть сельское хозяйство.

Таблица 1

**Структура Межминистерской программы создания стратегических инноваций – SIP:
стратегические направления ИР и ответственные за проведение ИР и практическую реализацию
полученных результатов госструктуры и институты развития**

Table 1

**SIP – Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program structure:
strategic R&D spheres and key ministries and development institutions responsible
for R&D conducting and practical implementation of the results obtained**

Направление инновационных исследований и разработок	Ответственный институт
Технологии сокращения парниковых выбросов	Японское агентство по науке и технологиям (JST)
Силовая электроника нового поколения	Организация по развитию новой энергетики и промышленных технологий (NEDO)
Новые материалы	Японское агентство по науке и технологиям (JST)
Альтернативные источники энергии	Японское агентство по науке и технологиям (JST)
Технологии и методы исследования ресурсов Мирового океана	Японское агентство морских геологических наук и технологий (JAMSTEC)
Полностью автоматизированные системы управления транспортными средствами	Канцелярия кабинета министров Японии, Национальное полицейское агентство Японии, Министерство внутренних дел и коммуникаций Японии, Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии
Инфраструктура для обслуживания регионов, пострадавших от стихийных бедствий	Японское агентство по науке и технологиям (JST), Организация по развитию новой энергетики и промышленных технологий (NEDO)
Повышение социальной защиты от стихийных бедствий	Японское агентство по науке и технологиям (JST)
Технологии в области сельского хозяйства	Национальная научно-исследовательская организация агрикультуры и пищевой промышленности (NARO)
Промышленный дизайн и прорывные производственные технологии	Организация по развитию новой энергетики и промышленных технологий (NEDO)
Передовые технологии обеспечения кибербезопасности	Организация по развитию новой энергетики и промышленных технологий (NEDO)

Источник: SIP 「革新的構造材料」パンフレット [Краткая информация о программе и реализуемых инновационных проектах]. URL: <https://www.jst.go.jp/sip/k03/sm4i/dl/sip-sm4i-pamphlet.pdf> (дата обращения: 20.11.2020)

Source: SIP 「革新的構造材料」パンフレット [SIP Structural Materials for Innovation]. URL: <https://www.jst.go.jp/sip/k03/sm4i/dl/sip-sm4i-pamphlet.pdf> (accessed: 20.11.2020)

сельского хозяйства⁷. В перечень основных задач исследовательского центра входит изучение и практическое применение технологии искусственного интеллекта в сельскохозяйственном секторе, эксплуатация цифровой платформы, содержащей сельскохозяйственные данные разных фермерств (WAGRI), подготовка цифровой инфраструктуры и поиск новых возможностей и сфер применения технологии искусственного интеллекта, включая анализ баз данных и суперкомпьютерные системы в сельском хозяйстве.

На сегодняшний день такие сельскохозяйственные данные как урожайность, температура, уровень воды, работа сельскохозяйственной техники собираются, но хранятся в частном порядке каждой компанией отдельно. В связи с этим накапливаемые данные могут быть использованы только вну-

три отдельной компании, хозяйства или научно-исследовательской лаборатории. Однако в случае раскрытия этих данных и объединения и сопоставления их с международными сведениями о поведении покупателей, анализе спроса и предложения, опыте использования и функционировании тех или иных машин и т.д. появится возможность формирования среды открытых инноваций, что, как предполагается, должно обеспечить новый качественный этап развития данного сектора. Именно с этой целью была разработана платформа WAGRI.

Платформа WAGRI задумана как огромный накопитель и распределитель информации, объединяющий в себе сельскохозяйственные данные со всей страны – как государственного, так и частного сектора. Предполагается, что, опираясь на получаемые данные, частный сектор сможет более точно понимать

⁷ Establishment of a research center for integrating AI and big data infrastructure. URL: <https://www.naro.affrc.go.jp/english/topics/laboratory/naro/119620.html> (дата обращения: 21.10.2020); Food Safety and Technology – A Look into Japanese Agricultural Data Collaboration Platform 'WAGRI'. URL: <https://mygfsi.com/blog/food-safety-and-technology-a-look-into-japanese-agricultural-data-collaboration-platform-wagri/> (дата обращения: 21.10.2020)

существующие в секторе потребности, развивать новые бизнес-услуги, создавать предприятия, использующие подключение к цифровым данным. Иными словами, платформа WAGRI должна стать центральной системой, источником информации для корпоративного сектора. На платформе хранятся данные об используемых разными фермерствами удобрениях, пестицидах, размерах и качестве сельскохозяйственных угодий, климатических особенностях того или иного региона, изменениях погодных условий, типе и качестве почвы, разновидностях выращиваемых культур, их сортах и проч. NARO, со своей стороны, размещает на платформе данные о проводимых тематических исследованиях и их результатах, почвенные карты, модели роста сельскохозяйственных культур. Кроме того, NARO лицензировала некоторые алгоритмы для частных компаний, чтобы обеспечить их подключение к платформе.

В рамках организации работы платформы NARO активно привлекает к сотрудничеству стартапы, крупные корпорации, университеты и государственные учреждения. Для частных компаний доступ к платформе является платным, а для университетов и госучреждений предусмотрены определенные льготы. Частные компании ежемесячно вносят плату за доступ к данным платформы в размере 465 долл., а государственные учреждения и университеты – 280 долл. соответственно.

В целом, платформа WAGRI представляет собой огромную базу данных о фермерствах, расположенных по всей стране, организации их хозяйств, выращиваемых культурах и т.д. Однако нужно сказать, что многие фермеры испытывают серьезное беспокойство, делясь своими данными, в связи с чем пока трудно говорить о полноте содержащейся на платформе информации. К решению данной проблемы, вероятно, должно подключиться правительство, подготовив перечень правил распространения, использования и защиты персональных данных, поступающих в открытый доступ, однако пока этот вопрос остается нерешенным.

Модернизация спутниковых систем. Для обеспечения точной работы беспилотной сельскохозяйственной техники, бесперебойного сбора данных, составления точных карт рельефа, получения информации об изменениях погодных условий и другой необходимой информации описываемые системы получают данные со спутников. На протяжении долгого времени Япония пользовалась

американской системой глобального позиционирования GPS. Однако, из-за сложного гористого рельефа Японии, использование американской глобальной системы оказывается недостаточно эффективным для сложных приложений, требующих высокой точности анализа рельефа, вплоть до сантиметров. Проблему неточности в данных, собираемых с помощью американской системы, японское правительство признало еще в начале 2000-х гг. и приняло решение о создании своей собственной системы спутникового наблюдения⁸. Ответственной структурой было назначено Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA).

Разработанная квази-зенитная спутниковая система (QZSS) в некотором смысле дополняет американскую GPS. Тем не менее, в отличие от американской, дающей ошибки позиционирования до 10 метров, японская квази-зенитная спутниковая система обеспечивает точность позиционирования с погрешностью не более 1,3 см в горизонтальном направлении и не более 2,9 см в вертикальном⁹. Собственная система спутниковой навигации значительно расширяет возможности изучения большого региона Восточной Азии, с гораздо меньшими затратами¹⁰. Первый спутник (Митибики-1), построенный для обеспечения работы новой квази-зенитной спутниковой системы, был запущен в 2010 г., а спустя 7 лет, в 2017 г., к нему присоединились еще три (Митибики-2, 3 и 4). В 2018 г. началось полноценное обслуживание квази-зенитной спутниковой системы. После 2020 г. планируется запустить еще три спутника, запуск которых, по разным причинам, откладывался в 2018 г.¹¹

Новая система открывает возможности для технологических разработок благодаря использованию современных приложений, недоступных для прежних систем, обеспечивает беспилотные сельскохозяйственные машины и автономные летательные аппараты точными данными.

Основные технологии

Интернет вещей. Как и в других областях, технология интернета вещей рассматривается как полезный инструмент, позволяющий проводить глубокий мониторинг исходных данных и создавать необходимые режимы микросреды в теплицах или на открытых полях для обеспечения оптимальных условий роста культур. В качестве примера можно привести совместный проект SoftBank PS Solutions,

⁸ What is the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)? URL: https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02_why.html (дата обращения 21.10.2020)

⁹ Sub-meter Level Augmentation Service (SLAS). URL: https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv05_slas.html (дата обращения 21.10.2020); Centimeter Level Augmentation Service (CLAS). URL: https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv06_clas.html (дата обращения 21.10.2020)

¹⁰ Automating the Japanese Farm. JAXA. URL: http://global.jaxa.jp/article/special/michibiki/noguchi_e.html (дата обращения 21.10.2020)

¹¹ Starting Date of QZSS Services. URL: https://qzss.go.jp/en/overview/notices/service_180302.html (дата обращения 21.10.2020)

CKD Corporation и Ericsson Japan¹², получивший название E-KAKASHI¹³. Многочисленные датчики, установленные вокруг полей, размещенные в грунте, собирают информацию о температуре воздуха и температуре почвы, влажности, содержании воды в почве, уровне CO₂ и интенсивности солнечного излучения, и направляют информацию с помощью технологии облачных данных на единую платформу для последующего анализа искусственным интеллектом. На основе полученных результатов искусственный интеллект может включать или выключать разбрызгиватели воды и насосы жидких удобрений, тепловые насосы и генераторы CO₂, открывать или закрывать окна в тепличных помещениях, обеспечивая тем самым благоприятные условия роста, повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Многие технологические компании также занимаются разработкой аналогичных проектов платформ, предлагают практические решения для сокращения нагрузки на фермеров, автоматизируя процессы с помощью технологии искусственного интеллекта и интернета вещей. Так, например, облачный сервис с технологией искусственного интеллекта компании Fujitsu Akisai может быть использован как на небольших предприятиях, так и на крупных хозяйствах. Системы используются не только для эффективного повышения урожайности, но и для прогнозирования периода сбора урожая, что крайне необходимо для планирования производства, управления и сбыта продукции.

Точное земледелие и автономные самоуправляемые сельскохозяйственные роботы. Интеллектуальные системы, разрабатываемые для сельского хозяйства в Японии, пока еще находятся на стадии исследований и разработок, и не получили широкого коммерческого применения. Разработки ведутся по двум крупным направлениям: автономная самоходная техника и интеграция приемников и датчиков в сельскохозяйственную технику для мониторинга состояния полей и посевов.

В 2018 г. сельскохозяйственные роботы составляли менее 2% рынка интеллектуального сельского хозяйства, однако по разным оценкам в среднесрочной перспективе ожидается незначительный рост данного показателя. Беспилотный транспорт, автономная техника станет одним из ключевых технологических решений, необходимых для поддержания крупных сельскохозяйственных ферм, обеспечивающих нужды внутреннего продовольственного рынка страны.

В начале 2017 г. компания Kubota, один из крупнейших японских производителей сельскохозяйственной техники, представила свой первый автономный трансплантер для посадки саженцев риса, а в начале 2018 г. выпустила автономный трактор¹⁴. Безусловно, квази-зенитная спутниковая система, описанная выше, круглосуточно предоставляющая геолокационную информацию, станет ключевой для использования в автономной технике. Однако для того, чтобы данная технология получила широкое распространение, требуется внести изменения в действующую государственную политику о передаче и использовании геолокационных данных. По аналогии с автономными автомобилями, ожидается, что автономная сельскохозяйственная техника будет вводиться в использование поэтапно, начиная с контроля над стабильностью работы автономного трактора со стороны фермера, управляющего рядом вручную вторым трактором. На начальном этапе использования новой техники это позволит увеличить эффективность выполняемой на полях работы на 30%. Предполагается, что в ближайшее время Министерство сельского хозяйства введет правила, позволяющие полностью автоматизировать работу на полях, оставив только дистанционное управление¹⁵.

Аппараты со встроенными датчиками, способными регистрировать параметры грунта, пока остаются недоступными. Одним из прототипов подобной машины является зерноуборочный комбайн Kubota Rice Dynamax Revo, однако еще нет информации о запуске аппаратов в массовое производство, и говорится лишь о проведении испытаний данного вида техники. В исследовании, финансируемом в рамках программы SIP в 2017 г., команда разработчиков из университета Тоттори и Национальной сельскохозяйственной организации проводила испытания тракторов и трансплантатов рисовой рассады, оснащенных датчиками и спутниковыми приемниками. Данное оборудование позволяло проводить такие важные измерения, как глубина почвы, температура, уровень влажности, а также регистрировать ряд других показателей. В дальнейшем эта информация может быть отображена на цифровой карте и использована для внесения необходимого количества тех или иных удобрений в зависимости от состояния конкретного участка поля. Благодаря этому удалось сократить количество расходуемых удобрений на 20%, а длительность сбора урожая заняла около 30% от стандартно затрачиваемого времени.

¹² CPS を実装した農業向けIoTソリューション「e-kakashi」の 第2世代サービスについて. URL: https://www.pssol.co.jp/news/20171011/?_id=11 (дата обращения 21.10.2020)

¹³ E-KAKASHI. URL: <https://www.e-kakashi.com> (дата обращения 21.10.2020)

¹⁴ Kubota Unveils a "Dream Tractor". URL: https://www.kubota.com/news/2020/20200115_1.html (дата обращения 03.11.2020)

¹⁵ Japan agriculture crunch – can AI-powered autonomous tractors help? URL: <https://techwireasia.com/2020/10/japan-agriculture-crunch-can-ai-powered-autonomous-tractors-help/> (дата обращения 03.11.2020)

Тем не менее, несмотря на явные выгоды, характерные для использования новейших «умных» сельскохозяйственных решений и разработок, существует фактор, препятствующий быстрому и широкому распространению описываемых решений и технологий. Стоимость всех этих автономных машин примерно на 20–30 тыс. долл. выше, чем обычные модели сельскохозяйственной техники. Учитывая незначительные масштабы сельскохозяйственной деятельности и средний размер полей в Японии, подобные дополнительные расходы могут помешать большинству фермеров приобрести такое дорогостоящее оборудование. А значит для того, чтобы появилась возможность воспользоваться преимуществами инновационных технологий, в японском сельскохозяйственном секторе должны произойти структурные изменения. Возможным выходом могла бы стать, например, организация сельскохозяйственных кооперативов и промышленных объединений. Раньше всего запуск в эксплуатацию новейших видов сельскохозяйственной техники следует ожидать на острове Хоккайдо, в связи наибольшей площадью сельскохозяйственных полей.

Беспилотные летательные аппараты. В то время как законодательство по эксплуатации беспилотных летательных аппаратов для перевозки пассажиров все еще находится на стадии разработки как в Японии, так и во всем мире, использование автономных летательных аппаратов в сельскохозяйственном секторе станет, вероятно, крайне востребованным в ближайшем будущем.

Многие японские технологические компании уже предлагают разнообразные разработки, предполагающие использование дронов, технологий искусственного интеллекта, интернета вещей, анализа больших данных и блокчейна. Так, например, университет Сага в сотрудничестве с компанией OPTiM разработал беспилотные летательные аппараты, которые перемещаются по запрограммированной траектории вдоль полей, в зонах повышенного скопления насекомых-вредителей, и распыляют защитные вещества. Данная технология имеет значительные преимущества для фермеров: дроны могут работать в любое время дня и ночи, снижается объем распыляемых защитных химикатов, работники хозяйств могут посвятить это время выполнению других задач. Дроны также могут собирать и предоставлять полезную информацию о состоянии посевов¹⁶ на полях или в теплицах с помощью расширенного анализа снимаемых в режиме реального времени изображений, показывать участки полей, требующих большего количества удобрений.

Что касается законодательства, регулирующего эксплуатацию беспилотных летательных аппаратов, то на сегодняшний день требуется, чтобы в момент работы беспилотного аппарата его работу контролировал оператор. Еще в конце 2018 г. в Министерстве транспорта и промышленности было объявлено, что поправки, позволяющие использовать беспилотную технику, находятся на стадии разработки и обсуждения. Вступление в силу новых правил следует ожидать после 2020 г., что, безусловно, откроет более широкие возможности для использования беспилотных аппаратов в сельском хозяйстве, а пока дроны должны использоваться в соответствии с действующими требованиями и правилами¹⁷.

Практические примеры использования новейших технологий на фермах

Кейс корпорации OPTiM. Корпорация OPTiM была основана в 2000 г., и на сегодня является одним из крупнейших разработчиков цифровых платформ, поставщиком уникальных услуг управления производственными процессами с помощью технологии интернета вещей удаленно, с различных устройств¹⁸. Компания реализует несколько крупных научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов совместно с японскими университетами.

Наиболее востребованными услугами и продуктами, разрабатываемыми и предоставляемыми корпорацией, являются:

- 1) разработка специализированного программного обеспечения для безопасного удаленного управления хозяйством с мобильных устройств;
- 2) продажа лицензий на программное обеспечение удаленной поддержки, которое широко используется такими крупными японскими операторами мобильной связи, как KDDI и NTT.

Кроме того, компания занимается разработкой цифровой платформы «OPTiM Cloud IoT OS», которая сочетает в себе использование технологии интернета вещей, специализированное программное обеспечение для распознавания фото- и видеоизображений в режиме реального времени с помощью технологии искусственного интеллекта для различных целей, приложений и областей, включая сельское хозяйство. Благодаря инвестициям в эти ключевые технологии, компании удалось получить несколько патентов, обеспечивших OPTiM Corporation место в первой тройке компаний, ведущих свои исследования и разработки в ключевых секторах, зафиксированных в государственных планах по научно-техническому и инновационному

¹⁶ New-Age Farms. How drones are changing the rice industry. URL: <https://journal.accj.or.jp/new-age-farms/> (дата обращения 03.11.2020)

¹⁷ Law on drone assistants to be scrapped in favor of remote observation. URL: https://www.japantimes.co.jp/?post_type=news&p=1384847&utm_source=feedburner&utm_medium=f (дата обращения 03.11.2020)

развитию. Примечательно, что это единственная компания в первой пятерке, которая занимается исключительно разработкой программного обеспечения, конкурируя при этом с такими технологическими гигантами, как Panasonic и Sharp, занимающие первое и второе места соответственно.

Говоря об успехе развития корпорации OPTiM, следует сказать, что одной из ее сильных сторон является богатый накопленный опыт в области проведения анализа фото- и видеоизображений с применением технологии искусственного интеллекта, обеспечение удаленной поддержки и удаленного доступа к видео информации. Специалисты компании нашли уникальный способ буквально «перенести» свои разработки и технологии из одной области в другую.

Речь идет о разработанных очках со встроенной камерой «Optimal Second Sight», которые корпорация продает другим компаниям для дополнения процессов обучения и поддержки при использовании основных технологий и услуг корпорации OPTiM. Благодаря этим очкам неподготовленный сотрудник имеет возможность в режиме реального времени получить экспертную поддержку через прямую видеотрансляцию, находясь при этом, например, на ферме в другой стране. Или же сотрудник спасательной службы может получить экспертную помощь и руководство от врача скорой помощи на месте аварии для оказания первой необходимой медицинской помощи пострадавшим. Разработка данной технологии велась совместно с представителями тех областей, где она могла бы быть использована, что позволило максимально оптимизировать ее под конкретные требования.

Высокое качество и эффективность разработанной технологии отмечается при использовании как в сельском хозяйстве, так и в медицине. В последнем случае корпорация OPTiM сотрудничала с офтальмологическим госпиталем в префектуре Сага. Этот госпиталь хорошо известен своими опытными врачами, способными определять пациентов, страдающих атеросклерозом, по изображению их глаз и диагностике зрения. Таким образом, эти специалисты буквально «обучили» искусственный интеллект, разработанный OPTiM, распознавать данное заболевание. Аналогичным образом корпорация сотрудничала с несколькими фермами, известными высоким качеством собираемого урожая, где алгоритм искусственного интеллекта буквально «обучили» определять готовые к сбору огурцы и помидоры. Оба примера являются прекрасной демонстрацией того, как знания опытных специалистов могут быть переданы менее подготовленным работникам или неопытным клиентам, что повысит качество предоставляемых ими услуг и производимой продукции.

Для фермерских хозяйств OPTiM разработали небольшой аппарат, подобный марсоходу, который, перемещаясь внутри теплиц, где выращиваются огурцы и помидоры, делает снимки плодов, анализирует их с помощью специального алгоритма искусственного интеллекта и отправляет данные через облачные соединения фермеру, с оповещением, какие плоды готовы для сбора. Благодаря этому нагрузка на фермеров значительно сокращается, что позволяет им высвобождать время на другие важные операции, компенсируя тем самым нехватку рабочих кадров. Очевидно, что подобные технологии открывают широкие возможности для оптимизации процессов в хозяйствах с помощью увеличения степени автоматизации в теплицах. Кроме того, повышается качество собираемого урожая, благодаря чему фермеры также могут объективно повысить стоимость предлагаемой ими продукции.

Еще одной важной областью применения инновационных технологий в сельском хозяйстве является борьба с вредителями на урожайных полях. Автономные летательные аппараты производят фото- и видеосъемку полей, после чего отправляют в «облако» собранные данные – на анализ искусственному интеллекту. С помощью детальных сопоставлений алгоритм распознает зоны, поврежденные насекомыми. На следующем этапе дроны направляются к пораженным участкам полей для обработки их специальными пестицидами. В результате сокращается количество используемых пестицидов, а значит, снижается и стоимость затрат на эти средства. Уменьшается также время, необходимое работникам хозяйств на обработку целых полей.

Тем не менее, сотрудники корпорации OPTiM признают, что многие работники ферм – это пожилые люди, которые либо неохотно берутся за освоение новых технологий, либо не готовы закупать такое дорогостоящее оборудование. По этой причине компания постаралась адаптировать свою бизнес-модель, подготовив предложение по аренде оборудования (дронов) и бесплатному предоставлению программного обеспечения. Последнее решение, конечно, весьма нестандартно для компании, основу дохода которой составляет именно продажа лицензий на уникальное программное обеспечение. Однако корпорация решила сделать ставку на повышение качества продукции, производимой на фермах, где применяются ее технологии. Благодаря тому, что техника OPTiM позволяет значительно сократить или даже полностью отказаться от использования пестицидов, собираемый урожай может быть смело маркирован как «чистый органический продукт», что повышает его стоимость на рынке почти втрое. Корпорация заключает с фермерствами договор, согласно которому последние отчисляют ей процент от полученной выручки.

¹⁸ 企業情報. URL: <https://www.optim.co.jp> (дата обращения 03.11.2020)

Лаборатория автомобильной робототехники VeBots. Лаборатория VeBots¹⁹ была создана на базе университета Хоккайдо профессором Ногуту Нобору, по совместительству также возглавляющим департамент, ответственный за разработку инновационных решений и технологий для сельскохозяйственного сектора в Межминистерской программе создания стратегических инноваций, о которой говорилось выше. Лаборатория проводит исследования в области практического использования автономных наземных, водных и воздушных аппаратов. VeBots²⁰ продолжительное время сотрудничала с компанией-производителем сельскохозяйственных роботов и бортовых компьютеров для автономных тракторов и зерноуборочных комбайнов. Эти машины выполняют те же задачи, что и традиционная сельскохозяйственная техника, но без участия человека-водителя. Кроме того, в лаборатории разработали программное обеспечение, позволяющее сделать беспилотные тракторы максимально безопасными для человека. Так, роботизированные тракторы останавливаются в случае обнаружения препятствия, например, в виде находящегося слишком близко, с любой стороны от машины, человека. Еще одной распространенной проблемой при использовании крупной сельскохозяйственной техники является сильное уплотнение почвы из-за огромного веса машин. Чтобы решить эту проблему, специалисты лаборатории разработали модель тракторов, работающих в паре. Они обладают значительно меньшими размерами и весом по сравнению с традиционными машинами, что значительно сокращает их давление на грунт, но никак не сказывается на эффективности выполняемых работ. Первые прототипы этих тракторов были представлены еще в конце 2018 г. бывшим премьер-министром Японии Абэ Синдзо.

Выводы

Начался новый этап развития традиционного сектора сельского хозяйства, основанный на широком внедрении цифровых технологий. В данном исследовании предпринята попытка проанализировать опыт и тенденции цифровизации сельскохозяйственного сектора Японии. Японское правительство активно поддерживает концепцию «умного» или «интеллектуального» сельского хозяйства, включающего использование роботизированных технологий, ИКТ, анализ больших данных, интернет вещей, искусственный интеллект и сотрудничество в области анализа и обмена данными. При этом продвижение интеллектуального сельского хозяйства не ограничивается лишь перечисленными направлениями. Оно также предполагает выработку новых правил безопасности при использова-

нии роботизированных тракторов и беспилотных летательных аппаратов, повышение грамотности фермеров в области ИКТ, развитие концепции открытых инноваций, стандартизацию новых сельскохозяйственных терминов и многое другое.

Основу цифровизации процессов в сельскохозяйственном секторе составляет использование специализированных виртуальных платформ, накапливающих огромные базы данных прогнозирования процессов сбора урожая, оценки качества собираемых плодов, удаленного управления сельскохозяйственной техникой, контроля за состоянием почвы и т.д. для обмена информацией между фермерами, частными компаниями, университетами и муниципальными властями с целью продвижения новых услуг, стимулирования ведения совместного бизнеса в рамках концепции «открытые инновации», снижения затрат на внедрение прорывных сельскохозяйственных технологий.

В рамках национального проекта разрабатывается специализированная платформа для сельскохозяйственной отрасли, которая должна объединить всех фермеров с целью поддержания и стимулирования сотрудничества в этой области. Ожидается, что данная платформа, как и последующие подобные проекты, позволит стимулировать фермы и компании к применению ИКТ в сельском хозяйстве. Правительство Японии надеется, что новый подход в области сельского хозяйства позволит значительно восполнить острую нехватку рабочей силы, создать новую добавленную стоимость в данном секторе, а также обусловит качественно новый этап развития экологически безопасного сельского хозяйства.

Тем не менее, важно сказать, что большинство рассматриваемых технологий пока еще находятся на стадии разработок и тестовых испытаний. Специфика «прорывного» характера готовящихся к внедрению инноваций требует значительно более сложной и глубокой подготовки технологической и нормативной среды для их эксплуатации и не ограничивается исключительно закупкой нового дорогостоящего оборудования. Речь идет о выработке новых стандартов, правил обращения и законов использования и взаимодействия с интеллектуальной робототехникой, беспилотными летательными аппаратами, контроля над передачей и хранением больших данных в открытом сетевом доступе. Острым остается вопрос высокой стоимости одной единицы новейшей техники, что делает ее доступной крайне узкому числу хозяйств. Все эти вопросы требуют значительного участия и регулирования со стороны японского правительства. Если вопрос выработки новых стан-

¹⁹ Прим. автора: Название лаборатории VeBots представляет собой сокращение из двух элементов: Ve – Vehicle и Bots – сокращение от Robots.

²⁰ Laboratory of Vehicle Robotics. URL: <https://www.agr.hokudai.ac.jp/en/r/lab/vehicle-robotics> (дата обращения 15.11.2020)

дартов и поправок в законодательство является глобальной международной задачей, и уже находится в стадии активного обсуждения и поиска решений, то проблема высокой стоимости новой техники может оказаться для Японии более сложной. Так, в стране уже имеется негативный опыт разработки многообещающих промышленных проектов, дороговизна и, как следствие, недоступность которых фактически привела к их закрытию. Вероятно, в данном случае потребуются внимание и определенное регулирование со стороны правительства, которому, при активном взаимодействии с представителями крупного корпоративного сектора, необходимо найти и выработать оптимальные решения по обеспечению доступного переоборудования и трансформации японского сектора сельского хозяйства на основе цифровых технологий.

Список литературы

1. *Акимов А.В.* Демографический взрыв, старение населения и трудосберегающие технологии: взаимодействие в XXI веке // *Мировая экономика и международные отношения*. 2016. № 5. С. 50–60. URL: https://www.imemo.ru/index.php?page_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/05_2016/50_60AKIMOV.pdf
2. *Афонцев С.А.* Новые тенденции в развитии мировой экономики // *Мировая экономика и международные отношения*. 2019. Т. 63. № 5. С. 36–46. DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-5-36-46. URL: https://www.imemo.ru/index.php?page_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/05_2019/05-AFONTSEV.pdf
3. *Данилин И.В.* Влияние цифровых технологий на лидерство в глобальных процессах: от платформ к рынкам? // *Вестник МГИМО Университета*. 2020. Т. 13. № 1. С. 100–116. DOI: 10.24833/2071-8160-2020-1-70-100-116. URL: <https://vestnik.mgimo.ru/jour/article/view/1274/1018>
4. *Данилин И.В.* Технологическая революция и переход мировой экономики на новые технологические платформы: дилеммы будущего // *Перспективы экономической глобализации: монография / коллектив авторов; под ред. А.С. Булатова*. Москва: КНОРУС, 2019. С. 313–330. URL: https://www.imemo.ru/files/File/ru/publ/2019/Bulatov_contents.pdf
5. *Иванова Н.И., Мамедьяров З.А.* Наука и инновации: конкуренция нарастает // *Мировая экономика и международные отношения*. 2019. Т. 63. № 5. С. 47–56. DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-5-47-56. URL: https://www.imemo.ru/index.php?page_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/05_2019/06-IVANOVA.pdf
6. 神成淳司, “農業 ICT の最新動向, 特集:農業 ICT- IoT・ビッグデータ・AI 活用で農業を成長産業へ,” *情報処理*. 2017. Vol. 58. № 9. P. 818–822. URL: https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=182917&file_id=1&file_no=1
7. *Bissell D.* Automation Interrupted: How Autonomous Vehicle Accidents Transform the Material Politics of Automation // *Political Geography*. 2018 № 65. P. 57–66. DOI: 10.1016/j.polgeo.2018.05.003. URL: https://www.academia.edu/36972590/Automation_interrupted-How_autonomous_vehicle_accidents_transform_the_material_politics_of_automation
8. *Bronson K.* Smart Farming: Including Rights Holders for Responsible Agricultural Innovation // *Technology Innovation Management Review*. 2018. № 8(2). P. 7–14. DOI: 10.22215/timreview/1135. URL: https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/Bronson_TIMReview_February2018.pdf
9. *Fraser Alistair.* Land grab/data grab: precision agriculture and its new horizons // *The Journal of Peasant Studies*. 2019. Vol. 46. Iss. 5. P. 893–912. DOI: 10.1080/03066150.2017.1415887
10. *Higgins V., Bryant M., Howell A., Battersby J.* Ordering Adoption: Materiality, Knowledge and Farmer Engagement with Precision Agriculture Technologies // *Journal of Rural Studies*. 2017. № 55. P. 193–202. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2017.08.011. URL: <https://researchoutput.csu.edu.au/en/publications/ordering-adoption-materiality-knowledge-and-farmer-engagement-wit>
11. *Klerckx 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. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315
12. *Kobayashi Noriaki.* «Food» sustainability in next-generation bio-industry and agriculture. Brochure SIP «Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019». URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/p58-59.pdf
13. *Kobayashi Noriaki.* Sustainably growing society supported by food. Toward the establishment of a «smart food system». Brochure SIP «Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019». URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/p60-61.pdf
14. *Kosugi S., Uehara H., Shinjo A.* 農業データ連携基盤 WAGRI ~ Dynamic API アーキテクチャによる 農業 API サービスのプログラムレス実装~ [‘WAGRI’, The Agricultural Data Collaboration Platform], *電子情報通信学会論文誌*. 2020. Vol. J103-B. № 1. P. 1–10. URL: https://search.ieice.org/bin/pdf_link.php?category=B&lang=J&year=2020&fname=j103-b_1_1&abst=
15. *Carolan M.* Automated agrifood futures: robotics, labor and the distributive politics of digital agriculture // *The Journal of Peasant Studies*. 2019. Vol. 47. Iss. 1. P. 184–207. DOI: 10.1080/03066150.2019.1584189
16. *Morimoto E., Hayashi K.* Design of Smart Agriculture Japan Model // *Advances in Animal Biosciences*. 2017. Vol. 8. Iss. 8. P. 713–717. DOI: 10.1017/S2040470017000371
17. *Noguchi Noboru.* Making Agriculture, Forestry and Fisheries into a Growth Field Using Big Data, IoT and AI. Brochure SIP «Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019». URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/p28-29.pdf
18. *Takehiro S., Mitsunori I.* 農業データ連携基盤 WAGRI の本格稼働 [Full Operations of Agricultural Data Collaboration Platform WAGRI]. *国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構, 写真測量とリモートセンシング*, 2019. Vol. 58. № 5. P. 236–238. DOI: 10.4287/jsprs.58.236

19. Saiz-Rubio V., Rovira-Màs F. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data

Management. // Agronomy. 2020. № 10(2). P. 207. DOI: 10.3390/agronomy10020207

Поступила в редакцию: 12.10.2020; одобрена: 08.12.2020; опубликована онлайн: 24.12.2020

Об авторе:

Костюкова Коринна Сергеевна, младший научный сотрудник сектора инновационной политики, отдел науки и инноваций, сектор экономики науки и инноваций, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН (117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 23), Москва, Российская Федерация, korinnks@imemo.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. Akimov A.V. Demographic burst, population aging and labor-saving technologies: interaction in the 21st century. *World Economy and International Relations*. 2016; 5:50–60 (In Russ.)
2. Afontsev S.A. New trends in Global Economy. *World Economy and International Relations*. 2019; 63(5):36–46. DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-5-36-46 (In Russ.)
3. Danilin I.V. The Impact of Digital Technologies on Leadership in Global Processes: from Platforms to Markets? *MGIMO Review of International Relations*. 2020; 13(1):100–116. DOI: 10.24833/2071-8160-2020-1-70-100-116 (In Russ.)
4. Danilin I.V. Technological revolution and the transition of the world economy to new technological platforms: dilemmas of the future. In: *Prospects for economic globalization*: monograph; ed. A.S. Bulatov. Moscow: KNORUS; 2019. P. 313–330 (In Russ.)
5. Ivanova N.I., Mamedyarov Z.A. R&D and innovation: competition is growing. *World Economy and International Relations*. 2019; 63(5):47–56. DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-5-47-56 (In Russ.)
6. 神成淳司, “農業 ICT の最新動向, 特集:農業 ICT—IoT・ビッグデータ・AI 活用で農業を成長産業へ,” *情報処理*, 2017; 58(9):818–822. URL: https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=182917&file_id=1&file_no=1 (In Japan.)
7. Bissell D. Automation Interrupted: How Autonomous Vehicle Accidents Transform the Material Politics of Automation. *Political Geography*. 2018; 65:57–66. DOI: 10.1016/j.polgeo.2018.05.003 (In Eng.)
8. Bronson K. Smart Farming: Including Rights Holders for Responsible Agricultural Innovation. *Technology Innovation Management Review*. 2018; 8(2):7–14. DOI: 10.22215/timreview/1135. URL: https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/Bronson_TIMReview_February2018.pdf (In Eng.)
9. Fraser Alistair. Land grab/data grab: precision agriculture and its new horizons. *The Journal of Peasant Studies*. 2019; 46(5):893–912. DOI: 10.1080/03066150.2017.1415887 (In Eng.)
10. Higgins V., Bryant M., Howell A., Battersby J. Ordering Adoption: Materiality, Knowledge and Farmer Engagement with Precision Agriculture Technologies. *Journal of Rural Studies*. 2017; 55:193–202. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2017.08.011 (In Eng.)
11. 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; 90–91:100315. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315 (In Eng.)
12. Kobayashi Noriaki. «Food» sustainability in next-generation bio-industry and agriculture. Brochure SIP «Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019». URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/p58-59.pdf (In Eng.)
13. Kobayashi Noriaki. Sustainably growing society supported by food. Toward the establishment of a «smart food system». Brochure SIP «Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019». URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/p60-61.pdf (In Eng.)
14. Kosugi S., Uehara H., Shinjo A. 農業データ連携基盤 WAGRI~Dynamic API アーキテクチャによる 農業 API サービスのプログラムレス実装~ [‘WAGRI’, The Agricultural Data Collaboration Platform], *電子情報通信学会論文誌*. 2020; J103-B(1):1–10. URL: https://search.ieice.org/bin/pdf_link.php?category=B&lang=J&year=2020&fname=j103-b_1_1&abst=1 (In Japan.)
15. Carolan M. Automated agrifood futures: robotics, labor and the distributive politics of digital agriculture. *The Journal of Peasant Studies*. 2019; 47(1):184–207. DOI: 10.1080/03066150.2019.1584189 (In Eng.)
16. Morimoto E., Hayashi K. Design of Smart Agriculture Japan Model. *Advances in Animal Biosciences*. 2017; 8(8):713–717. DOI: 10.1017/S2040470017000371 (In Eng.)
17. Noguchi Noboru. Making Agriculture, Forestry and Fisheries into a Growth Field Using Big Data, IoT and AI. Brochure SIP «Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019». URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/p28-29.pdf (In Eng.)
18. Takehiro S., Mitsunori I. 農業データ連携基盤 WAGRIの本格稼働 [Full Operations of Agricultural Data Collaboration Platform WAGRI]. 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構, 写真測量とリモートセンシング J. 2019; 58(5):236–238. DOI: 10.4287/jsprs.58.236 (In Japan.)
19. Saiz-Rubio V., Rovira-Màs F. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*. 2020; 10(2):207. DOI: 10.3390/agronomy10020207 (In Eng.)

Submitted 12.10.2020; revised 08.12.2020; published online 24.12.2020

About the author:

Korinna S. Kostyukova, Junior Researcher, Innovation Policy Sector, Department of Science and Innovation, the Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences (23, Profsoyuznaya street, Moscow, 117997), Moscow, Russian Federation, Candidate of Political Sciences, korinnks@imemo.ru

The author read and approved the final version of the manuscript.