

Влияние больших данных на развитие сельского хозяйства России

Демичев В.В., к.э.н., доцент кафедры статистики и эконометрики,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено влияние технологий Индустрии 4.0 на развитие современного сельского хозяйства. Приведено определение, особенности, проблемы применения больших данных в сельском хозяйстве. Рассмотрены понятие «цифрового» сельскохозяйственного предприятия и схема формирования «озер» данных на уровне предприятия, а также на региональном и федеральном уровнях. Описано влияние применения технологий больших данных на экономику сельского хозяйства России.

Ключевые слова: цифровизация, индустрия 4.0, большие данные, сельское хозяйство, «цифровые» сельскохозяйственные предприятия

The impact of big data on agricultural development

Demichev V.V., PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Statistics and Econometrics,
Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

Annotation. The article considers the impact of Industry 4.0 technologies on the development of modern agriculture. The definition, features, and problems of using big data in agriculture are given. The concept of «digital» agricultural enterprise and the scheme of forming «lakes» of data at the enterprise level, as well as at the regional and Federal levels are considered. The article describes the impact of big data technologies on the Russian agricultural economy.

Keywords: digitalization, industry 4.0, big data, agriculture, digital agricultural enterprises

1. Введение

В отечественной литературе это называют шестым технологическим укладом, в западной литературе это принято называть индустрия 4.0. Как бы то ни было, смысл состоит в том, что экономике предстоит переход от фрагментарной автоматизации отдельных стадий или производств к полностью автоматизированному цифровому производству, управляемому интеллектуальными системами в режиме реального времени.¹ Ключевыми технологиями в этом укладе или «четвертой промышленной революции» являются большие данные, виртуальная и дополненная реальность, блокчейн, облачные технологии, квантовые вычисления, интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и другие. Способствовать развитию некоторых технологий будет распространение стандарта мобильной связи 5G, который увеличит скорость передачи данных относительно формата 4G в 15-20 раз, что позволит без препятствий реализовать технологию интернета вещей (IoT). В будущем влияние этих технологий не просто сохранится, а приобретет первоочередное значение в конкурентной борьбе любого предприятия или организации.

Цифровизация экономики - процесс постепенный, одним из видимых горизонтов которого является объединение всех элементов производства и сбыта продукции в единой сети.² В различных секторах экономики можно встретить такой термин как «сети отраслевой коопетиции» (англ. networks of industry cooperation). Самое интересное в этой технологии то, что вместе с объединением производственных процессов подключаться к сети будут и люди. Именно это предусматривает концепция Connected Worker («Подключенный работник»), которая предполагает отслеживать местоположение и перемещения работников, обеспечивая их безопасность и эффективную работу.

¹ Алексеев А. Истина в данных. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406690/>

² Орлов С. На пути к новой реальности. URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406688/>

Из этого следует, что цифровизация – это социально-экономическая трансформация, которую вызовет массовое внедрение и усвоение новых технологий создания, обработки и передачи информации.

В сельском хозяйстве, также взят курс на цифровизацию производства и управления. Минсельхозом России разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (далее – проект ЦСХ), ставящий перед собой задачу цифровой трансформации сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений.³ Важную роль в достижении целей этого проекта играют большие данные. В этой связи рассмотрение наиболее современного понимания термина «большие данные», изучение источников генерации больших данных в сельском хозяйстве, а также определение влияния данных технологий на экономику сельского хозяйства представляют особую актуальность.

2. Результаты исследования

2.1. Понятие большие данные. Большие данные имеют семь главных характеристик «7 V» – Volume, Velocity, Variety, Veracity, Variability, Visualization, Value. То есть объем, скорость, разнообразие, достоверность, изменчивость, визуализация, ценность.⁴ Компании ежедневно собирают огромные массивы данных и активно работают над тем, как получить от них максимальную пользу и превратить во что-то полезное. В компании Vygon Consulting подсчитали, что среднее месторождение нефти, оснащенное интернетом вещей, генерирует примерно 15 петабайт ($15 \cdot 10^{15}$ байт = 15360 терабайт) информации в год, работать с которой без использования инструментов и методов обработки больших данных, конечно, невозможно. Объем данных растет по экспоненте: например, самолеты ежегодно генерируют 2,5 млрд ТБ данных с датчиков, установленных в двигателях. При этом данные постоянно обновляются, генерируются новые, и скорость обновления (Velocity –

³ Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019 – 80 с.

⁴ Формула Big Data: семь «V» + неординарная задача. URL: <https://www.fsight.ru/blog/formula-big-data-sem-v-neordinarnaja-zadacha-2/>

вторая «V») также важна для того, чтобы считать их «большими». Каждую минуту в мире выполняется почти 2,5 миллиона запросов к поисковой системе Google. Задача анализа больших данных - справиться с огромной скоростью, с которой данные создаются, и анализировать их в режиме реального времени.

Для более полного понимания термина «большие данные» будем использовать следующее определение, наиболее полно, на наш взгляд, отражающее данное понятие. Большие данные (Big Data) – обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объемов, значительного многообразия, обрабатываемых горизонтально масштабируемыми программными инструментами.

Среди проблем, связанных с использованием больших данных, можно отметить. 1. Вопросы, связанные с конфиденциальностью данных 2. Качество данных 3. Сложность в обработке данных. Зачастую это неструктурированные, неоднородные данные, для обработки которых нужно участие опытных аналитиков и экспертов в предметной области. 4. Сложность интеграции большого количества источников данных для реализации всей бизнес-модели. 5. Достаточно большие расходы, так как сбор, хранение и анализ данных не является бесплатным. 6. Инфраструктура – сельская местность отстает в развертывании широкополосной связи. 7. Консервативное отношение к технологиям – нередко производители не доверяют малоизвестным для них новшествами и не сразу понимают их эффективность.

2.2. Большие данные в сельском хозяйстве. В сельском хозяйстве генерировать большие данные могут всевозможные датчики в полях и на фермах, а также других производственных площадках, отслеживающие экономические, организационные, производственные и технологические процессы. Сельское хозяйство – становится одним из основных потребителей новых технологий. А это означает, что цифровизация, связанная с индустрией 4.0, касается сельского хозяйства в первую очередь.

Среди основных источников генерации больших данных в сельском хозяйстве можно назвать: 1. Датчики, установленные на растения или на

технику, формирующие поток данных. Анализируя эти данные, можно корректировать, например, внесение удобрений, проводить прогноз состояния почв. 2. Применение цифровой ушной бирки для КРС, позволяющее контролировать температуру и активность животного. 3. «Умные» теплицы («фабрики» овощей), где температура, уровень влажности и другие параметры регулируются автоматически. 4. «Умные» фермы используют интернет вещей, чтобы отслеживать передвижение и здоровье животных. 5. Беспилотное вождение комбайнов. Беспилотная техника способна работать в ночных условиях, позволяет повысить производительность и качество уборки зерновых культур. 6. Использование дронов, контролирующих уровень влажности, света и силу ветра, а также осуществляющих мониторинг роста растений, распространение сорняков, дифференциацию внесения удобрений. 7. Технологии интернета вещей (IoT). Примером может служить, использование специальных метеостанций, которые стоят в полях, с помощью сенсоров собирают данные (температура, влажность) и с помощью передающих радио-GSM-модулей отправляют их на IoT-платформу. На ней посредством алгоритмов big data происходит обработка собранной с сенсоров информации и строится высокоточный почасовой прогноз погоды. Специалист видит его в интерфейсе на компьютере, планшете или смартфоне и может оперативно принимать решения.⁵

Внедрение на предприятиях такого количества цифровых устройств, приведет к формированию большого объема данных и к необходимости решения проблемы хранения, обработки и анализа этих данных.

Связывая все технологические новшества, специалисты говорят о цифровом предприятии. При этом дается определение цифровому предприятию, как предприятию, управляемому на основе данных и цифровых двойников. В таких компаниях главной задачей станет получение аналитики о производственных и экономических процессах в режиме реального времени.

⁵ Бурсак А. «Умные» комбайны и дроны-геологи: как цифровизация меняет экономику. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/5efb5b0a9a79473caae9518c>

В экономической практике уже встречаются концепции цифрового завода - производства, где в режиме реального времени ведется непрерывный мониторинг состояния каждой установки, каждого элемента оборудования и на основе проанализированной на лету информации принимаются управленческие решения. Такая цифровая информационная среда, создающаяся на современных предприятиях с помощью технологии промышленного интернета вещей (IoT), уже вполне позволяет активно развивать эту концепцию. Благодаря использованию облачных моделей реальных технологических процессов (цифровых двойников) может быть оценена целесообразность и безопасность изменения параметров техпроцессов или протестирована новая стратегия управления. Сейчас в различных сферах экономической деятельности можно встретить такие примеры внедрения ИТ, как прескриптивную (предписывающую) аналитику – эффективную альтернативу традиционному календарному подходу к техническому обслуживанию промышленных активов. Технологии прескриптивной аналитики исследуют потоки производственных данных и на их основе выявляют сложные сигнатуры и шаблоны предстоящих событий заранее перед их наступлением. Прескриптивный подход к техническому обслуживанию не только выявляет надвигающуюся проблему, но также рекомендует меры по ее предотвращению, в том числе за счет анализа больших данных.⁶

В ранее упоминаемом проекте ЦСХ речь идет о «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях, которые объединены в Национальную платформу цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство».⁷ Проект предполагает создание модуля «Агрорешения», отраслевой электронной образовательной среды «Земля знаний». В совокупности данные сервисы аккумулируют весь массив

⁶ Abdelkader A. Predictive Analysis for Big Data: Extension of Classification and Regression Trees Algorithm/A. Abdelkader, A. Hafida// Engineering and Technology International Journal of Computer and Systems Engineering Vol:13, №:8, 2019. P. 454-458.

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

информации о производственных процессах в области сельского хозяйства, начиная с самых маленьких деталей производства и заканчивая решениями глобальных вопросов всего сельскохозяйственного сектора. Авторское видение того, как будут формироваться данные на разных уровнях цифровой платформы вы можете видеть на рис. 1.

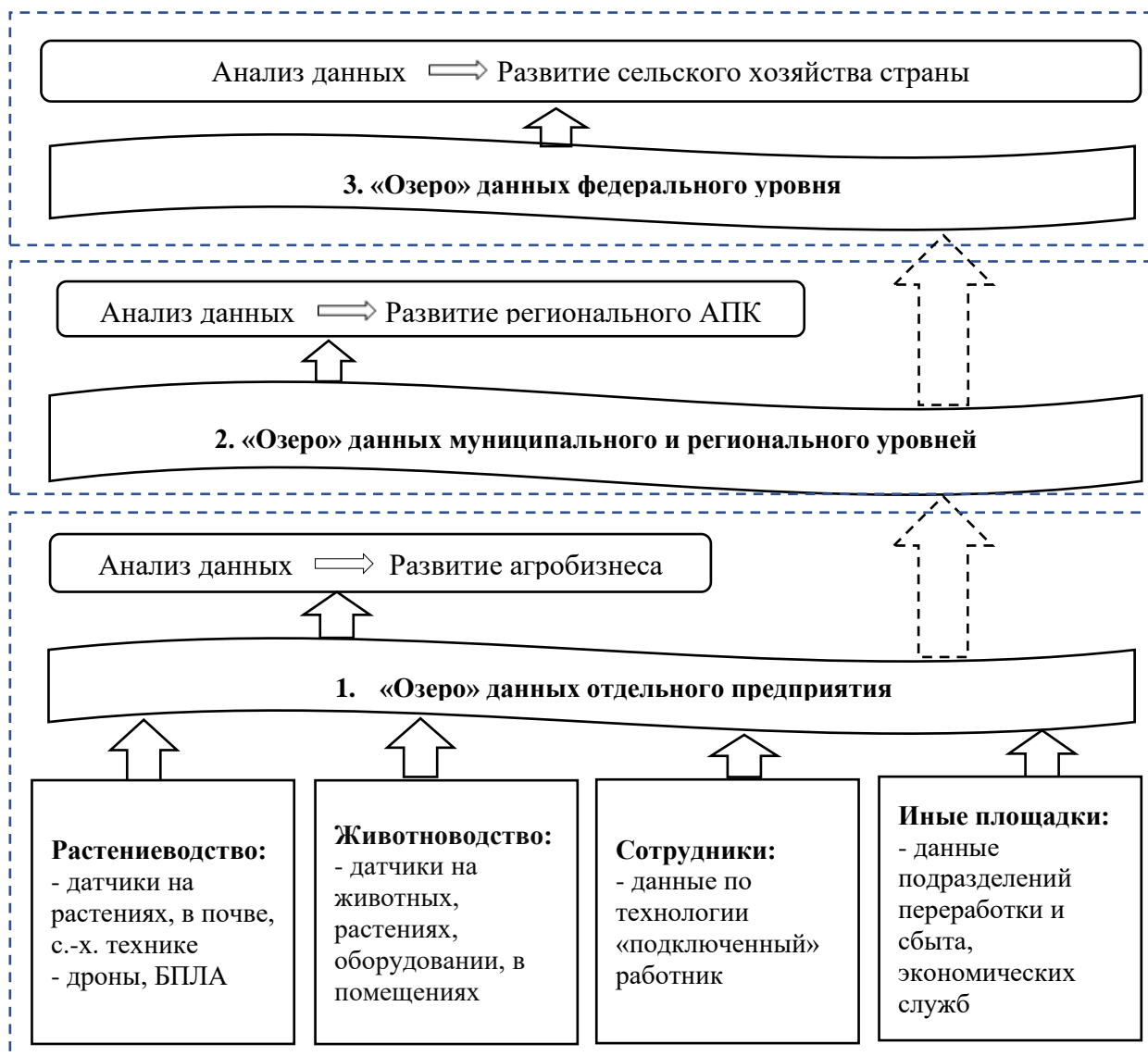


Рис. 1 – Формирование данных в национальной платформе «Цифровое сельское хозяйство»⁸

Сбор такого большого объема данных приводит к формированию озер данных. Озеро данных – элемент инфраструктуры big data, хранилище большого объема данных. В отличие от традиционных хранилищ, в которых данные

⁸ Источник: разработано автором

определенным образом систематизируются при их загрузке в хранилище, в таких озерах они содержатся в исходном, неструктурированном виде. Это позволяет хранить большие объемы разнородной информации, полученной из разных источников.⁹

Данные с различных устройств аккумулируются на единой платформе, благодаря чему у заинтересованных пользователей появляется среда, в которой будут доступны любые данные, независимо от их источника. Сбор такого объема данных позволит извлечь из них дополнительную ценность и вывести бизнес на новый уровень. Появится возможность получения точного прогноза технического и технологического состояния предприятия в режиме реального времени.

Далее информация по отдельным предприятиям направляется на муниципальный и региональный уровни, а далее на федеральный уровень в Минсельхоз России. Платформа «Цифровое сельское хозяйство» построит работу и предоставит систему доступа к информации о контрагенте, а это, в свою очередь, позволит оперативно проводить проверку предприятий при решении серьезных вопросов, таких как финансирование организаций, осуществление кредитования, страхования, предоставления субсидий.

Согласно проекту ЦСХ платформа позволит осуществлять контроль за количеством получаемого продукта, его качеством, процессом переработки, перемещением и другими операциями удаленно. Кроме того, данная цифровая платформа будет интегрирована с другими субплатформами для управления сельским хозяйством на региональном и муниципальном уровнях, что даст сельхозтоваропроизводителям возможность получать государственную поддержку через общую, единую национальную цифровую платформу. Таким

⁹ Алексеев А. Истина в данных. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406690/>

образом, сформируется своего рода государственная экосистема больших данных.¹⁰

Активное взаимодействие с другими федеральными органами исполнительной власти и их сервисами, позволит собрать больше информации и своевременно актуализировать ее. Благодаря чему, система управление сельским хозяйством получит абсолютно новые возможности.

2.3. Влияние больших данных на экономику сельского хозяйства. Большинство экспертов сходится во мнении, что цифровизация должна привести к снижению себестоимости и повышению прибыльности существующих производств. В некоторых сферах экономической деятельности цифровизация должна обеспечить примерно треть от общего сокращения расходов.¹¹

Исследование производителей сои показало быструю окупаемость использования технологий точного земледелия через 15% сохранение семян, удобрений, химикатов. Следующее исследование обнаружило, что фермеры, использующие только один тип этих технологий, увеличили урожайность культур на 16% и сократили потребление воды на 50%. Данные технологии точного земледелия включают в себя большие данные.¹²

Тотальный учет информации о бизнес-процессах, моделирование управленческих решений на ее основе и применение технологий предиктивной аналитики, позволит существенно повысить эффективность всех элементов производственной цепочки в сельском хозяйстве.¹³

В проекте ЦСХ к 2024 году заложены следующие индикаторы, связанные с повышением эффективности:

¹⁰ Shah S. Government (Big) Data Ecosystem: Definition, Classification of Actors, and Their Roles/S. Shah, V. Peristeras, I. Magnisalis// Engineering and Technology International Journal of Computer and Information Engineering Vol:14, No:4, 2020. P. 102-114.

¹¹ Алексеев А. Истина в данных. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406690/>

¹² Ермаков, С.А. Информационное обеспечение как фактор интенсификации сельского хозяйства США // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 6В. С. 199-216.

¹³ Corallo A. From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: A Framework to Manage Product Data in Agri-Food Supply Chain for Voluntary Traceability/ A. Corallo, M. Latino, M. Menegoli//International Journal of Nutrition and Food Engineering Vol:12, No:5, 2018. P. 146-150.

- повышение производительности труда на сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза;
- сокращение удельных затрат предприятий на администрирование бизнеса в 1,5 раза;
- снижение доли материальных затрат в себестоимости единицы сельскохозяйственной продукции (ГСМ, удобрения, электроэнергия, посадочный материал, корма и др.) на 20% и более.

Большие данные становятся фактором интенсификации производства, позволяющим повысить эффективность производства и, тем самым, преуспеть в конкурентной борьбе.¹⁴

Однако, стоит отметить, что большие данные становятся реальным ресурсом, если предприятие действительно крупное. Поэтому источником больших данных являются именно крупные, высоко интенсифицированные производства. Однако, если рассматривать совокупность мелких или средних товаропроизводителей, то они также являются носителями больших данных, но уже с регионального или федерального уровня. Таким образом, можно сконструировать следующую логическую цепочку. Большие данные – это условие успеха в конкурентной борьбе, большие данные – имеются только у «гигантов» производства, если нет больших данных – нет конкурентного преимущества, следовательно, если ты среднее или мелкое производство - ты не имеешь больших данных, а, значит, ты уходишь с рынка. Также стоит учитывать, что господдержка в виде субсидий будет предоставляться «цифровым» предприятиями на основе электронных контрактов.

Цифровая трансформация и формирование больших данных, являются источником и трудностей, и возможностей одновременно (табл. 1).

¹⁴ Johnson M. Sustainable Intensification of Agriculture in Victoria's Food Bowl: Optimizing Productivity with the use of Decision-Support Tools/M. Johnson, R. Faggian, V. Sposito// International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering Vol:12, No:3, 2018. P. 82-88.

Цифровизация и большие данные стремительно разворачивают свою значимость в сельском хозяйстве и приведут, в конечном итоге, к серьезным изменениям в архитектуре управления современным предприятием.

Важным вопросом в обсуждаемом контексте цифровой трансформации являются те возможности, которые предоставят развитие больших данных в сфере агрообразования.

Таблица 1

Возможности и трудности использования больших данных в сельском хозяйстве¹⁵

Возможности/ Трудности	Вид возможности/трудности	Описание возможности/трудности
Возможности	Функциональные	<ul style="list-style-type: none"> - Выявление новых зависимостей, моделей поведения, рисков, классификаций - Предиктивная аналитика позволит осуществлять более точное прогнозирование - Прескриптивная аналитика позволит повысить качество принимаемых управленческих решений
	Экономические	<ul style="list-style-type: none"> - Повышение производительности труда и снижение издержек - Улучшение операционной эффективности через автоматизацию процессов - Оптимальное бизнес-планирование производства продукции (потребность в кормах, удобрениях, средствах защиты и так далее) - Улучшение взаимодействия между поставщиками, производством и потребителями
	Экологические	<ul style="list-style-type: none"> - Рациональное использование ресурсов - Минимизация отходов производства
	Социальные	<ul style="list-style-type: none"> - Трансформация сельского хозяйства, основанного на традиционных технологиях, к цифровому сельскому хозяйству - Появление новых, современных рабочих мест
	Технологические	<ul style="list-style-type: none"> - Способность иметь дело с данными большой величины, из разнородных источников, формирующимися в режиме онлайн или около этого, с дальнейшей возможностью анализировать их и принимать управленческие решения
Трудности	Организационные	<ul style="list-style-type: none"> - Децентрализация сбора и хранения данных - Контроль данных при множестве пользователей - Монетизация больших данных
	Социальные	<ul style="list-style-type: none"> - Убедить крупный и средний бизнес в ценности больших данных и обоснованности вложения средств в такого рода инновации - Изучение этических последствий больших данных в сельском хозяйстве - Поиск специалистов, способных анализировать большие данные
	Технологические	<ul style="list-style-type: none"> - Обеспечение технической возможности реализации «7V»

¹⁵ Источник: составлено автором, с использованием источников 9, 12, 13.

Развитие цифровой экономики диктует спрос на подготовку и переподготовку специалистов, владеющих цифровыми компетенциями, в том числе технологиями хранения, обработки и анализа больших данных. Согласно проекту ЦСХ разрабатывается отраслевая электронная образовательная среда «Земля знаний». Посредством которой будет реализована работа по подготовке и переподготовке специалистов сельскохозяйственных предприятий с целью формирования у них компетенций в области цифровой экономики. Предлагаемая отраслевая электронная образовательная среда «Земля знаний» позволит дистанционно получить знания для применения цифровых технологий в целом и обменяться опытом среди обучающихся. К 2024 году планируется подготовить и переподготовить 50% специалистов сельскохозяйственных предприятий, в том числе высвобождающихся в результате внедрения цифровых продуктов и технологий. Цифровая трансформация потребует подготовки кадров, с одной стороны, знающих и понимающих сельское хозяйство и, компетентных в ИТ-технологиях, а также технологиях хранения, обработки и анализа больших данных, с другой стороны. Знаниями технологий больших данных должны обладать не только специалисты ИТ-направлений, но и специалисты сельскохозяйственного производства – зоотехники, агрономы, ветеринарные врачи, агроэкологи, агроэкономисты и другие. Все это, дает колоссальные возможности для развитие новых направлений и дисциплин в системе аграрной подготовки и переподготовки кадров.

3. Заключение

Преимущества, связанные с использованием больших данных, возможны только при условии практически полной цифровой трансформации. При этом, главными вызовами для сельского хозяйства будут необходимость извлечения финансовых ресурсов для технической и технологической модернизации, изменение модели управления аграрным бизнесом, необходимость подготовки и поиска новых кадров, сокращение работников, относимых к категории исчезающих профессий и другие. Управление на основе больших данных предоставит возможность сокращения издержек производства и быстрой

окупаемости вложений, повышения эффективности большинства процессов, приобретения сильных конкурентных преимуществ перед игроками не осуществившими цифровизацию своего производства, возможность получения государственной поддержки, усиления роли бизнеса на местном или даже региональном уровнях.

Библиографический список

1. Алексеев А. Истина в данных. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406690/> (дата обращения: 10.04.2020)
2. Бурсак А. «Умные» комбайны и дроны-геологи: как цифровизация меняет экономику. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/5efb5b0a9a79473caae9518c> (дата обращения 15.06.2020).
3. Ермаков, С.А. Информационное обеспечение как фактор интенсификации сельского хозяйства США // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 6В. С. 199-216.
4. Орлов С. На пути к новой реальности. URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406688/> (дата обращения: 24.04.2020).
5. Формула Big Data: семь «V» + неординарная задача. URL: <https://www.fsight.ru/blog/formula-big-data-sem-v-neordinarnaja-zadacha-2/>(дата обращения: 15.03.2020).
6. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019 – 80 с.
7. Шмелев, П. Цифровая трансформация: время первых. URL: https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018_may/1589540/ (дата обращения: 12.04.2020).
8. Abdelkader A. Predictive Analysis for Big Data: Extension of Classification and Regression Trees Algorithm/A. Abdelkader, A. Hafida//International Journal of Computer and Systems Engineering Vol:13, No:8, 2019. P. 454-458.

9. Corallo A. From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: A Framework to Manage Product Data in Agri-Food Supply Chain for Voluntary Traceability/ A. Corallo, M. Latino, M. Menegoli//International Journal of Nutrition and Food Engineering Vol:12, № 5, 2018. P. 146-150.

10. Johnson M. Sustainable Intensification of Agriculture in Victoria's Food Bowl: Optimizing Productivity with the use of Decision-Support Tools/M. Johnson, R. Faggian, V. Sposito// International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering Vol:12, № 3, 2018. P. 82-88.

11. Lezoche M. Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture/M. Lezoche, J.E. Hernandez, M. Diaz, H. Panetto, J. Kacprzyk // Computers in Industry 117 (2020).

12. Shah S. Government (Big) Data Ecosystem: Definition, Classification of Actors, and Their Roles/S. Shah, V. Peristeras, I. Magnisalis//International Journal of Computer and Information Engineering Vol:14, № 4, 2020. P. 102-114.

References

1. Alekseyev A. The truth in the data. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406690/>(accessed on 10 April 2020).

2. Bursak A. «Smart» combines and drones-geologists: how digitalization changes the economy. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmr/5efb5b0a9a79473caae9518c> (accessed on 15 June 2020).

3. Ermakov, S.A. Information support as a factor of intensification of US agriculture // Economy: yesterday, today, tomorrow. 2017. Volume 7. № 6B. Pp. 199-216.

4. S. Orlov. On the way to a new reality. URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406688/> (accessed on 24 April 2020).

5. Big Data Formula: seven «V» + an extraordinary task. URL: <https://www.fsight.ru/blog/formula-big-data-sem-v-neordinarnaja-zadacha-2/> (accessed on 15 March 2020).

6. Digital transformation of Russian agriculture: official ed. – Moscow: Rosinformagrotech, 2019-80 p.

7. Shmelev, P. Digital transformation: the time of the first. URL: https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018_may/1589540/ (accessed on 12 April 2020).

8. Abdelkader A. Predictive Analysis for Big Data: Extension of Classification and Regression Trees Algorithm/A. Abdelkader, A. Hafida // International Journal of Computer and Systems Engineering Vol:13, № 8, 2019. P. 454-458.

9. Corallo A. From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: A Framework to Manage Product Data in Agri-Food Supply Chain for Voluntary Traceability/ A. Corallo, M. Latino, M. Menegoli//International Journal of Nutrition and Food Engineering Vol:12, № 5, 2018. P. 146-150.

10. Johnson M. Sustainable Intensification of Agriculture in Victoria's Food Bowl: Optimizing Productivity with the use of Decision-Support Tools / M. Johnson, R. Faggian, V. Sposito // International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering Vol:12, № 3, 2018. P. 82-88.

11. Lezoche M. Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture/M. Lezoche, J. E. Hernandez, M. Diaz, H. Panetto, J. Kacprzyk//Computers in Industry 117(2020).

12. Shah S. Government (Big) Data Ecosystem: Definition, Classification of Actors, and Their Roles/S. Shah, V. Peristeras, I. Magnisalis//International Journal of Computer and Information Engineering Vol:14, № 4, 2020. P. 102-114.