

УДК 631.153

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0005

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПУТИ К ИНДУСТРИИ 4.0

© Автор(ы) 2022

SPIN: 6284-2540

AuthorID: 654620

ORCID: 0000-0002-1769-3582

ВОЛКОВ Андрей Геннадьевич, старший преподаватель кафедры «Экономика»

Московский университет им. С.Ю.Витте (Пензенский филиал)

(440011, Россия, г.Пенза, ул.Вяземского, д.25 «Б», e-mail: volkovange@yandex.ru)

SPIN: 9986-0973

AuthorID: 614496

ORCID: 0000-0002-2071-5404

ResearcherID: B-5784-2016

ScopusID: 7005080984

МИХЕЕВ Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»

Пензенский государственный технологический университет

(440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail: mix1959@gmail.com)

Аннотация. Цифровые технологии в настоящее время имеют важнейшее значение для развития всего мирового хозяйства, в том числе – России. Неслучайно, Президент страны заявил, что сегодня «...формирование цифровой экономики – это вопрос национальной безопасности и независимости России, конкурентоспособности отечественных компаний, позиций страны на мировой арене на долгосрочную перспективу, по сути на десятилетия вперед» [1]. Такое значимое внимание со стороны высшей власти вызвало появление разнообразных проектов по цифровизации национальной экономики на всех уровнях: от общегосударственного до отдельных отраслей и компаний. Одним из важнейших направлений, способствующих росту эффективности и производительности отечественного сельхозпроизводства, а также повышению качества продукции, стала его цифровая трансформация. В статье рассмотрены: роль государства в цифровизации этой отрасли народного хозяйства через реализацию «Национальной программы цифровизации сельского хозяйства в России», основные постулаты и принципы цифровой трансформации сельскохозяйственного производства, исследован механизм функционирования цифрового мониторинга бизнес-процессов на промышленных предприятиях, выявлены схожие аспекты в функционировании промышленного и сельскохозяйственного производства, определены этапы цифровой трансформации аграрного сектора экономики в рамках концепции Индустрия 4.0.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровое сельское хозяйство, роботизированные агрокомплексы, прецизионное земледелие, оцифрованные фермы, Интернет вещей, цифровой контроль, Индустрия 4.0.

DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE TOWARDS INDUSTRY 4.0

© The Author(s) 2022

VOLKOV Andrey Gennadievich, senior lecturer department of Economics

Moscow University named after S.Yu. Witte

(440011, Russia, Penza, Vyazemsky str., 25 "B", e-mail: volkovange@yandex.ru)

MIKHAEV Mikhail Yuryevich, doctor of technical sciences, professor,

head of the Department "Information Systems and Technologies",

Penza State Technological University

(440039, Penza, Baidukova Passage / Gagarin Str., 1a/11, e-mail: mix1959@gmail.com)

Abstract. It is impossible to overestimate the importance of digital technologies for the further development of the world community, including Russia. The President of the country announced that today "... the formation of the digital economy is a matter of national security and independence of Russia, the competitiveness of domestic companies, the country's position on the world stage for the long term, in fact for decades to come" [1]. Such significant attention from the highest authorities has caused the emergence of various initiatives and projects to digitalize the national economy at all levels: from the national to individual industries and companies. One of the most important areas contributing to the growth of efficiency and productivity of domestic agricultural production, as well as improving the quality of products, has become its digital transformation. The article considers: the role of the state in the digitalization of this branch of the national economy through the implementation of the "National Program of Digitalization of Agriculture in Russia", the main postulates and principles of digital transformation of agricultural production, the mechanism of functioning of digital monitoring of business processes at industrial enterprises, identified similar aspects in the functioning of industrial and agricultural production, identified the stages of digital transformation of agricultural sectors of the economy within the framework of the Industry 4.0 concept.

Keywords: digital economy, digital agriculture, robotic agricultural complexes, precision farming, digitized farms, Internet of things, digital control, Industry 4.0.

Для цитирования: Волков А.Г. Цифровая трансформация сельского хозяйства на пути к Индустрии 4.0 / А.Г. Волков, М.Ю. Михеев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 32-37. – DOI 10.46548/21vek-2022-1158-0005.

Введение. Следует отметить, что достаточно долго сельское хозяйство не рассматривалось бизнесом, как сфера привлекательная для потенциальных инвесторов. Это можно объяснить тем, что, в первую очередь, оно имеет длительный цикл производства, при этом, он сильно зависит от природных условий. Кроме этого, всегда существует угроза значительных, часто незастрахованных, потерь урожая.

Очевидно по этим причинам, использование информационных технологий в сельском хозяйстве было ограничено информационными системами управления финансами и отслеживания коммерческих сделок [2].

Однако, значительный рост населения планеты и, соответственно, увеличивающийся спрос на сельхозпродукцию, вызвал естественный интерес со стороны крупных технологических компаний, которые имели возможность контролировать промышленные производственные процессы. Имеющийся опыт позволил, может быть с меньшим эффектом, но всё же, отслеживать процессы выращивания растений и животных в режиме мониторинга, что давало более полную картину обо всех бизнес-процессах в производстве сельскохозяйственной продукции. Именно применение «умных» устройств способствовало получению информации о состоянии большинства процессов во времени, отклонениях от установленных технологических параметров и своевременно на них реагировать.

Ну и конечно, важнейшую роль в ускорении этого процесса сыграло государство. В частности, в России пять лет назад была утверждена Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017г.), которая предполагала применение законодательных основ развития цифровых технологий в различных секторах экономики страны, в том числе – в производстве сельскохозяйственной продукции [3].

С учетом поставленных в этой Программе задач, была разработана федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 г.г, предусматривающая за счет внедрения в агропромышленный комплекс программ цифрового земледелия увеличить прирост объемов производства сельхозпродукции в стране почти на четверть [3].

Кроме этого, параллельно происходила разработка способствующих этому развитию программ и соответствующих приложений, которые позволяют отслеживать весь цикл производства и логистики сельскохозяйственной продукции в цифровом формате от места производства до точки продажи. Этому

активно способствует внедрение на территории России цифровой системы «Меркурий».

Методология. В работе использованы материалы с сайтов *TAdviser.ru*, *iot.ru*, экспертные оценки состояния и развития цифровизации экономики России, данные ООН, научные статьи в специализированных журналах, журналах из списка *Web of science*, Интернет-изданиях, посвященные теме исследования, данные компаний, использующих в своем бизнесе технологии управления сельхозпроизводством с использованием информационных технологий.

Результаты. Как отмечалось выше, одним из решающих факторов, вызвавших бурный интерес со стороны бизнеса к сельскому хозяйству, был прогрессирующий рост население планеты, который в 2008 году составлял 6,5 млрд. человек, в 2011 году – 7 млрд.человек, а по прогнозам ООН к 2050 году их число может составить 10 млрд.человек. Соответственно, такими же темпами должно расти и потребление продуктов питания. На основании прогнозов экспертов, сельскохозяйственное производство к 2050 г. должно увеличиться на 70% [2].

В настоящее время, Россия и ещё несколько стран-сельхозпроизводителей, способны выращивать в значительных объемах сельскохозяйственное сырьё для растущего населения мира. Однако, следует отметить, что основные показатели, характеризующие сельское хозяйство как товарную отрасль мирового хозяйства растут медленнее. По данным из краткого статистического сборника «РОССИЯ В ЦИФРАХ 2020», в России за период 2015-2019 г.г. несмотря на значительный рост сумм инвестиций (+54,3%), сальдированный финансовый результат снизился на 39,6% (табл. 1). В то же время, в экономике страны он вырос на 110,0% [4].

Как видно, за пять лет наблюдался стабильный рост продукции (+23,2%), хотя посевная площадь даже несколько уменьшилась. За это время, количество прибыльных организаций в отрасли выросло на 3,6%, а рентабельность снизилась на 31,8%.

Является обоснованным фактом, что применение роботизированного оборудования в мировом производстве промышленной продукции доказало своё предназначение и позволило значительно повысить эффективность всех бизнес-процессов. Очевидно, такая же ситуация должна произойти и в аграрной отрасли и, в первую очередь, повысить производительность традиционного сельского хозяйства и его производственного процесса. Это, наверняка, приведет к росту урожайности сельхозпродукции, снижению её потерь и к экономии потребляемых ресурсов. Очевидно, использование

передовых научных разработок и современных технологий сделает сельскохозяйственный бизнес более прибыльным и конкурентным.

По мнению экспертов, для того, чтобы цифровое сельское хозяйство состоялось как бизнес, необходимо сочетание двух основных факторов [5]:

1) наличие «умных» машин, которые должны быть способны принимать, отправлять, генерировать и обрабатывать данные, пусть даже неструктурированные и неотформатированные;

2) наличие коммуникационных и интерфейсных стандартов, которые будут способны обеспечить беспрепятственный, лучше – беспроводной обмен данными между машинами (Интернет вещей), а также между платформами, при этом, информация должна быть «удобной» для восприятия администраторами, заказчиками (руководителями предприятий), ответственными за бизнес-процессы и деловыми партнерами.

Таблица 1 – Основные экономические показатели сельского хозяйства России (по данным Росстата) [4]

| Показатели | Годы | | | | |
|--|---------|----------|---------|----------|----------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Продукция сельского хозяйства, млрд.руб., в т.ч.: | 4 794,6 | 5 112,3 | 5 109,5 | 5 348,8 | 5 907,9 |
| – растениеводства, | 2 487,3 | 2 710,3 | 2 599,7 | 2 756,1 | 3 160,0 |
| – животноводства | 2 307,3 | 2 402,0 | 2 509,8 | 2 592,7 | 2 747,9 |
| Инвестиции в основной капитал, направленные на развитие организаций по виду экономической деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях»*, млрд. руб. | 483,6 | 582,6 | 651,4 | 707,7 | 746,6 |
| Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) деятельности организаций (в фактически действовавших ценах), млрд. руб.: | | | | | |
| – по виду экономической деятельности*; | 265,3 | 240,8 | 171,5 | 206,2 | 160,3 |
| – по экономике в целом | 7 502,7 | 12 801,6 | 9 036,8 | 12 400,3 | 15 758,4 |
| Уровень рентабельности, процентов: | | | | | |
| – по виду экономической деятельности*; | 21,7 | 16,4 | 13,6 | 15,4 | 14,8 |
| – по экономике в целом | 8,1 | 7,6 | 6,7 | 10,7 | 11,4 |
| Удельный вес прибыльных организаций, процентов: | | | | | |
| – по виду экономической деятельности*; | 77,0 | 77,7 | 75,6 | 73,8 | 79,8 |
| – по экономике в целом | 67,4 | 70,5 | 68,1 | 66,9 | 73,5 |
| Сельскохозяйственные угодья, млн.га | 220,2 | 222,1 | 222,0 | 222,0 | 222,0 |
| Посевная площадь, млн. га | 55,1 | 54,7 | 54,4 | 53,6 | 53,3 |

Некоторые имеющиеся в настоящее время интеллектуальные платформы способны взаимодействовать с многими коммуникационными и промышленными технологиями, протоколами и интерфейсами; уже разработаны системы интеллектуального видеонаблюдения *IVS (intelligent video surveillance)* с использованием технологии «глубокого обучения» [6], основной задачей которых является распознавание чего-нибудь необычного.

В свою очередь, это позволит в автоматизированном формате регулировать многие элементы сельскохозяйственного производства, в частности:

- проводить цифровой контроль за работой автотранспорта и сельхозтехники в режиме мониторинга;
- отслеживать процессы хранения, подготовки и переработки сельскохозяйственной продукции;
- организовать «прецизионное земледелие», что позволит контролировать урожайность и, соответственно, повысить эффективность сельхозпроизводства [7]. Это позволяет в режиме реального времени контролировать важнейшие аспекты процесса земледелия с помощью роботов и автоматов [8]. В данном случае, *IoT*-платформа позволит оценить такие показатели, характеризующие этот цикл, как уровень влажности и минерализации почвы, состояние посевов, уровень их освещённости, от которого зависит скорость реакций фотосинтеза, и т.д. При этом, возможно точно в срок контролировать

и осуществлять полив, внесение необходимых для данной культуры удобрений и затем сбор урожая [5].

Эксперты отмечают достаточно успешное развитие рынка отечественных решений в сфере автоматизации и роботизации технологических процессов, в том числе – в сельском хозяйстве [9]. Для примера можно привести бизнес-процесс, организованный в агрохолдинге «Красава». На цистерны для хранения продукции там установлены беспроводные *IoT*-датчики, которые контролируют информацию об объемах отгруженного молока и соответствие его нормам. Зона отгрузки товаров оснащена системой видеонаблюдения, которая позволяет в онлайн-режиме следить за работой персонала [10].

В связи с этим, необходимо отметить, что теперь в сельском хозяйстве стали генерироваться весьма интенсивные потоки цифровых данных. Такая, подчас неструктурированная информация, в больших объемах стала поступать от различных датчиков и трекеров, расположенных в полях и на фермах. Генерируют такие данные огромное количество датчиков, сельхозтехника, метеорологические станции, беспилотные летательные аппараты (дроны), спутники, другие внешние приёмо-передающие системы, партнерские платформы, исполнители и поставщики.

Полученная информация после соответствующей обработки приобретает новое качество и уже появляется её способность создавать добавленную

стоимость, которой владеют все участники производственно-логистической цепочки.

Такую информацию необходимо структурировать, систематизировать и привести в «удобоваримый» вид. В настоящее время уже имеются соответствующие технологические решения, которые позволяют применять современные научные методы обработки (*data science*) и на их основе принимать оптимальные управленческие решения, которые, в свою очередь, снижают риски, совершенствуют бизнес-процессы и накапливают неоценимый практический опыт (рис. 1).

Приобретенные таким образом знания позволили разработать различные аппаратные приложения, которые установлены на компьютерах или мобильных гаджетах и обладают большим информативным потенциалом. Они способны выдавать консультации, рекомендации и советы фермерам, агрономам, вет-

еринарам и другим пользователям по тому, как лучше обрабатывать почву, какие виды культур лучше использовать на имеющихся площадях, когда следует проводить их обработку, когда вносить удобрения, какими лекарствами лечить животных и т.д. Причем, эти данные могут различаться в зависимости от географического расположения земельных участков, видов и пород скота.

Современные информационные технологии позволяют получать и накапливать релевантную информацию. После соответствующей обработки она становится основой для формирования базы данных о том или ином процессе. Затем эти данные позволяют сгенерировать качественно новую, имеющую высокую практическую значимость, информацию. В свою очередь, именно она послужит алгоритмом для создаваемых программных продуктов.



Рисунок 1 – Информационные системы в сквозной автоматизированной производственно-сбытовой цепочке

Как отмечают многие эксперты, использование цифровых решений позволяет перевести на язык компьютера многие виды (до 80%) рутинных операций: значительную часть работ с документами и с клиентской базой, процессы контроля отклонений в ходе производства и т.д. Таким образом, постепенно все виды деятельности предприятия оцифровываются [11]. В результате формируется его цифровой образ (виртуальный двойник).

В настоящее время, многие компании уже тестируют беспилотные летательные аппараты, комбайны, трактора и другие «умные» машины.

В качестве примера использования такого оборудования можно привести отечественную систему «Агросигнал», которая способна контролировать большинство бизнес-процессов в режиме реального времени. На все объекты контроля, которыми являются большинство движущихся машин (комбайн, трактор, бензовоз), а также оборудование на складах, на весовых и т.д., установлены трекеры и датчики. Генерируемая ими информация передается на сервер, откуда, уже после обработки, поступает на электронные устройства клиента [5].

Данные контроля состояния техники компании включают следующие параметры:

- состояние каждого выстроенного бизнес-процесса;

- местоположение машин на маршруте с использованием систем GPS или ГЛОНАСС;
- количество поездок транспорта (загруженного и порожнего);
- скорость передвижения;
- перегрев или поломку двигателя;
- состояние коммуникационного соединения (*Wi-Fi* или всей сети).

Как правило, современная отечественная сельхозтехника оснащена бортовыми компьютерами, что позволяет при обращении к ним получать различную информацию о состоянии контролируемых машин через различные механизмы для мониторинга.

Наконец, следует отметить важнейший фактор, позволяющий сделать процедуру контроля эффективной – формы отчетов, которые с разной степенью информативности различным по уровню иерархии специалистам должны представлять картину происходящего так, чтобы она позволяла оперативно разрабатывать управляющие решения на разных уровнях менеджмента. Универсальная система мониторинга способна отслеживать огромное множество показателей, описывающих разные бизнес-процессы – от состояния двигателя трактора до поступления денег на расчетный счет.

Конечно, всегда будет различная степень дета-

лизации данных и формы этих отчетов для разных категорий сотрудников. Это определяется уровнем их актуальности. Например, руководителям высшего и среднего уровня менеджмента не всегда интересны технические моменты, но важны, в основном, индикативные показатели: техника работает/ не работает, производство запущено / простаивает и т.д.

Обсуждение. Успех реализации процесса цифровизации бизнес-процессов, в том числе – в цепочке создания сельскохозяйственной продукции, предполагает наличия соответствующих факторов для его эффективного протекания.

В связи с этим, целесообразно рассмотреть возможности их формализации, то есть идентификации цифрового образа самого процесса. Одним из способов реализации этой задачи является структурное моделирование бизнес-процессов на предприятии.

В последнее время многие исследователи придерживаются методологии в рамках концепции *Industrie 4.0*. Основоположниками данной концепции являются ученые из Центра *Industrie 4.0 Maturity*

Center. В 2017 году они представили результаты исследования под названием «Индекс зрелости для Индустрии 4.0» (*Industrie 4.0 Maturity Index*) [8]. Данный «Индекс зрелости» дает представление о готовности предприятий к переходу на уровень так называемого «индустриального развития».

Согласно концепции *Industrie 4.0*, «индустриальное производство» состоит из киберфизических систем (*Cyber-Physical System, CPS*), в состав которых входят «...различные природные объекты, искусственные подсистемы и управляющие контроллеры, что позволяет считать такое образование как единое целое. В этих системах обеспечена тесная связь и координация между вычислительными и физическими ресурсами» [8].

Предполагается, что для каждого предприятия процесс трансформации в такую киберфизическую систему может проходить по-разному, однако, в целом, для всех из них общим будет поступательное движение по шести ключевым ступеням, показанным на рисунке 2.

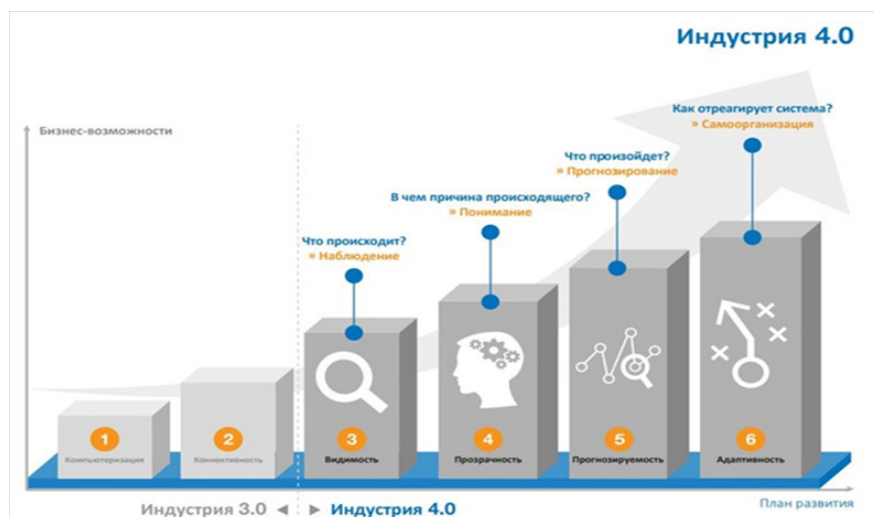


Рисунок 2 – Ступени развития организаций в контексте Industrie 4.0 [12]

Рассмотрим их сущность [12]:

1. Очевидно, что обязательным для цифрового управления производственным процессом является обеспечение предприятий всем необходимым компьютерным оборудованием. Таким образом, может успешно пройдена первая стадия пути – компьютеризация (*Computerisation*).

2. На следующей стадии необходимо обеспечить связь элементов внутри цифровой системы. Имеется ввиду объединение изолированных цифровых технологий, выбранных для себя каждым отдельным подразделением предприятия в общий формат, который наиболее соответствует особенностям бизнеса предприятий. Целесообразно для этого использовать готовые технологические решения, например, коммуникации по протоколу *Internet Protocol (IP)*, образуя при этом Интернет вещей (*Internet of Things*). Важным условием создания такой среды является выбор универсальной платформы, позволяющей добиться совместной работы элементов

цифровой системы. Данная стадия называется сетевое взаимодействие (*Connectivity*).

3. Когда система приобретёт свое «цифровое отображение», происходит реализация третьей стадии. Для формирования «виртуального предприятия» желательно как можно больше цифровой информации, которая поступит от датчиков, видеокамер, трекеров и другого оборудования. Но, как предполагается, на этой стадии сложно получить релевантную, то есть достоверную информацию. Это связано больше с технической стороной, оборудованием, позволяющим корректно её обработать и дать точное описание цифрового объекта. В концепции *Industrie 4.0* эта стадия имеет название обозримость (*Visibility*).

4. Продолжением предыдущей стадии является организация коммуникации цифрового отображения с интерфейсами аналитических систем. Здесь возможно использование решений с использованием искусственного интеллекта, систем работы с большими данными (Биг-Дата), систем «машинного обучения».

Таким образом, обеспечивается прохождение стадии под названием прозрачность (*Transparency*).

5. На следующей стадии в такой киберфизической системе предусмотрена процедура контроля и анализа её состояния. Результатом должна стать объективная оценка происходящего и разработка корректирующего воздействия. Для этого могут быть использованы адаптированные к производству технологии предиктивной аналитики. Данная стадия называется прогнозирование (*Predictive capacity*).

6. Возможности искусственного интеллекта с использованием систем «машинного обучения» позволит автоматизировать процесс принятия управленческих решений, связанных с адаптацией бизнеса к изменяющимся внешним условиям, то есть будет обеспечена адаптивность (*Adaptability*).

Что обязательно нужно отметить – процесс превращения в киберфизическую систему будет влиять мотивацию и поведение сотрудников, а это, в свою очередь, имеет не меньшее значение, чем технологии и организация производства. Очевидно, что при этом ментальность каждого сотрудника будет эволюционировать – от простого исполнителя до менеджеров C-уровня – и всей компании в целом.

Выводы. За период цифровой трансформации мирового хозяйства термин *Industrie 4.0*, предложенный на Ганноверской ярмарке в 2011, стал интернациональным и теперь более известен как *Industry 4.0*. В настоящее время под ним предполагается реализация мероприятий, направленных на создание «умного производства» (*smart factory*).

Авторами выдвинуто предположение, что во многом эти меры универсальны, значит подходят для цифровой трансформации сельскохозяйственного производства. Однако, специфика российской экономики выявила ряд проблем системного характера, среди которых много тех, которые препятствуют такой трансформации, в частности:

- недостаточное количество у профильных специалистов научно-практических знаний о современных агротехнологиях и методологии;
- недостаток у аграриев финансовых возможностей для закупки новой техники, оборудования и платформ;
- цифровое неравенство, которое выражается в отсутствии в малочисленных населенных пунктах доступа к мобильной связи и Интернету;
- иностранное происхождение большинства ресурсов, используемых в России для коммуникации и организации цифровых сервисов;
- некоторые типовые юридические сложности (правовая культура участников информационных правоотношений, защита персональных данных и т.д.) [13].

Тем не менее, Минсельхоз России видит своей важнейшей целью преобразование сельского хозяйства посредством внедрения цифровых решений. Эта задача определена в «майском» указе Президента РФ (Указ Президента РФ от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах разви-

тия Российской Федерации на период до 2024 года»). В конечном итоге ожидается, что производительность на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях увеличится в два раза к 2024 году.

Директор Центра интеллектуального цифрового сельского хозяйства ИПУ РАН Сергей Антипин отмечает следующее: «Наша миссия – интеллектуализация сельского хозяйства. Мы разрабатываем и внедряем технологии, системы поддержки принятия решений для растениеводческих и животноводческих предприятий на основе междисциплинарных научных знаний, баз знаний и искусственного интеллекта» [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В.В. Путин: выступление на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам 5 июля 2017 г.: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/54983>.
2. ИТ в агропромышленном комплексе России. TAdviser: Государство. Бизнес. ИТ. 14.06.2019г.
3. Распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017г. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».
4. РОССИЯ В ЦИФРАХ 2020. Краткий статистический сборник. М.: ООО «Буки Веди», 2020, с.34, с.66, с.200, с.355-357.
5. Иванов А. Сельское хозяйство по-умному. ПоТ приложение к журналу CONTROL ENGINEERING РОССИЯ / 06.04.2017.
6. Hiroyuki Arai†, Kazuyuki Iso, Akira Kojima, Hitoshi Nakazawa, and Hideki Koike. Toward Intelligent Video Surveillance. NTT Technical Review, Nov. 2007, Vol. 5, No. 11.
7. Применение машинного зрения в сельском хозяйстве. <https://sinergy-journal.ru/>.
8. Дрон и компьютерное зрение проследили за урожаем хлопка. <https://nplus1.ru/news>.
9. Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники. www.rvc.ru/.
10. Зеновина В. Умные поля, теплицы и стада: сельское хозяйство планируют сделать цифровым. Новости ИТ-рынка России от TAdviser, 14-02-2020.
11. Цифровое предприятие: правила мониторинга промышленных производств в эпоху цифровой трансформации. Новости ИТ-рынка России от TAdviser. 17-12-2019.
12. Как создать цифровое предприятие 6 этапов на пути к Индустрии 4.0. Новости ИТ-рынка России от TAdviser. 17-12-2019.
13. Исаков В.Б., Сарьян В.К., Фокина А.А. Правовые аспекты внедрения интернета // Открытый сайт портала Группы ИТ-Стандарт. URL: http://www.itstandard.ru/soderganie_gumala.
14. РСХБ и ИПУ РАН: Сервис диагностики здоровья растений Новости ИТ-рынка России от TAdviser. 17-03-2020.

Статья поступила в редакцию 20.05.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022