

DOI: 10.36683/2306-1758/2022-3-41/67-79

УДК 004:63

JEL: M15, O13, O33, Q16

Добровлянин В. Д., Новикова К. В.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ТЕХНОЛОГИИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Добровлянин Вадим Дмитриевич

аспирант кафедры менеджмента, маркетинга и коммерции
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследова-
тельский университет»; РФ, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15
e-mail: dobrovlianin.vadim@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8368-9688

Dobrovlyanin Vadim D.

PhD student
Perm State National Research University; 15 Bukireva Street, Perm
614990, Russian Federation
e-mail: dobrovlianin.vadim@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8368-9688

Новикова Ксения Владимировна

доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента, мар-
кетинга и коммерции
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследова-
тельский университет»; РФ, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15
e-mail: ksenia--27@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-6289-5805

Novikova Ksenia V.

Doctor of Economic Sciences, Professor
Perm State National Research University; 15 Bukireva Street, Perm
614990, Russian Federation
e-mail: ksenia--27@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-6289-5805

Исследование технологий и перспектив развития цифровиза-
ции сельского хозяйства является актуальным и своевре-
менным вопросом современной экономики России как с теорети-
ческой, так и с практической стороны. Цель исследования со-
стоит в изучении трендов и тенденций цифровизации, в ана-
лизе основных проблем, а также в исследовании отечествен-
ных цифровых решений для сельскохозяйственного бизнеса. Ме-
тодология исследования основана на применении методов
сравнительной оценки, изучения лучших практик внедрения
цифровых технологий в сфере сельскохозяйственного произ-
водства, критического анализа проблем в сфере быстрого до-
стижения цифровизации в аграрном секторе, обосновании
применения предикативных методов в производстве и управ-
лении цифровыми инновациями. В результате проведен ана-
лиз отечественных и зарубежных источников по данной
теме. Предлагается модель классификации цифровых техно-
логий в сельском хозяйстве, в основе которой лежит не-
сколько основных объектов управления: производство продук-
ции, управление организацией, оценка эффективности и биз-
нес-модель предприятия. В заключении и выводах сформули-
рованы предложения по достижению целей цифровой транс-
формации сельского хозяйства в России

The study of technologies and prospects of digitalization
development of agriculture is an urgent and timely issue of
modern Russia economy, both from theoretical, and
practical side. The purpose of the research is to study the
trends and tendencies of digitalization, to analyze the main
problems, as well as to investigate domestic digital solutions
for agriculture. The methodology of the research is based on
application of comparative assessment methods, study of the
best practices of digital technologies implementation in the
field of agricultural production, critical analysis of the
problems in the field of rapid digitalization in agricultural
sector, justification of the use of predicative methods in
production and management of digital innovations. As a
result, the analysis of domestic and foreign sources on the
topic was carried out. A model of digital technologies
classification in agriculture is proposed. There are several
main management objects in the basis of the model:
production, organization management, efficiency assessment
and the enterprise business model. Proposals to achieve the
goals of digital transformation of agriculture in Russia are
formulated in conclusion and findings.

Ключевые слова: цифровизация сельского хозяйства, цифровая
трансформация сельского хозяйства, технологии цифровизации, сель-
ское хозяйство, агропромышленный комплекс.

Keywords: digitalization of agriculture, digital transformation of
agriculture, digitalization technologies, agriculture, agro-indus-
trial complex.

Добровлянин В. Д., Новикова К. В. Цифровизация сельского хозяй-
ства: технологии и их классификация // Экономическая среда. – 2022.
– № 3 (41). – С. 67-79. – <http://dx.doi.org/10.36683/2306-1758/2022-3-41/67-79>.

Dobrovlyanin V. D., Novikova K. V. Digitalization of agriculture:
technologies and their classification. *Economic environment*. 2022;
3 (41): 67-79. (In Russ.). – <http://dx.doi.org/10.36683/2306-1758/2022-3-41/67-79>.

Введение

Современные цифровые технологии охватывают большинство отраслей. Цифровиза-
ция рассматривается в качестве основной движущей силы экономического развития. Исклю-
чением не стало и сельское хозяйство, являющееся стратегической для России сферой. Циф-
ровые технологии всё больше интегрируются в сельское хозяйство: от приложений для управ-
ления фермами до доильных роботов и от беспилотных тракторов до дронов для обнаружения

болезней почвы [19].

Использование современных цифровых технологий позволяет создать эффективные технические и организационные условия, обеспечивающие в течение всего производственного цикла значительное повышение урожайности, производительности труда, а также снижение тех или иных видов затрат. По оценке Минсельхоза России, применение цифровых технологий в сельском хозяйстве позволяет повысить рентабельность сельхозпроизводства за счёт оптимизации затрат и комплексного использования цифровых технологий, снизить расходы не менее чем на 23 %.

Согласно данным правительственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», Россия занимает 41-е место по готовности к цифровой экономике со значительным отрывом от десятки лидирующих стран, таких как Сингапур, Финляндия, Швеция, Норвегия, Соединенные Штаты Америки, Нидерланды, Швейцария, Великобритания, Люксембург и Япония. Такое значительное отставание в развитии цифровой экономики от мировых лидеров объясняется пробелами нормативной базы для цифровой экономики и недостаточно благоприятной средой для ведения бизнеса и инноваций и, как следствие, низким уровнем применения цифровых технологий бизнес-структурами [9].

Целью данной работы является исследование технологий цифровой трансформации сельского хозяйства в России, а также их классификация.

Задачами данного исследования являются:

- анализ тенденций и основных направлений цифровизации сельского хозяйства;
- изучение возможностей и недостатков цифровой трансформации сельского хозяйства;
- классификация технологий цифровизации сельского хозяйства;
- оценка перспектив дальнейшего развития.

Актуальность цифровизации сельского хозяйства обусловлена стремлением увеличить производительность труда в отрасли, снизить материальные затраты на производство, а также оптимизировать ручной труд, заменив его механизацией и автоматизацией наиболее сложных технологических операций. Кроме того, сегодня импортозамещение является одной из стратегических задач в связи с экономической и политической ситуацией, сложившейся в стране и мире в последние два года. Перед отечественной аграрной отраслью стоит задача повышения производительности труда и конкурентоспособности на основе применения новейших научных достижений и передового опыта [1].

Также совершенствование методов ведения сельского хозяйства имеет решающее значение в свете прогнозируемой потребности производить на 60 % больше продуктов питания к 2050 году, чтобы избежать того, что Д. Беддингтон назвал «идеальным штормом». Сценарий «идеального шторма» подразумевает нехватку продовольствия, возникающую на фоне нехватки воды и энергии, кризиса, связанного с изменением климата, и роста населения, что впоследствии приведет к общественным беспорядкам и международным конфликтам. Тенденции роста населения дополнительно отмечены прогнозируемым демографическим ростом сегмента среднего класса, параллельным ростом потребления мяса и достижением пика мирового населения в 10,9 млрд человек в 2100 г. [15].

Данные тенденции становятся серьезной глобальной проблемой для отрасли сельского хозяйства и способны напрямую повлиять на концепцию продовольственной безопасности, которая характеризуется четырехкомпонентной моделью, элементы которой представлены в Таблице 1. При этом каждый компонент является неотъемлемой частью обеспечения продовольственной безопасности.

Данная модель имеет прямую связь с развитием сельскохозяйственной отрасли.

Цифровые технологии в сельском хозяйстве способствуют динамичному развитию отрасли. Цифровые технологии применяются для изучения внешнего окружения, моделирования и оптимизации процессов производства и управления, оперативного и стратегического планирования. Возможности цифровизации направлены на приобретение ключевых компетенций, повышение эффективности управления на основе автоматизации и информатизации процессов и операций. Цифровые трансформации позволяют сформировать эффективные механизмы оценки и управления рисками [4].

Таблица 1 – Элементы четырехкомпонентной модели продовольственной безопасности

Доступность продуктов питания	Доступность к продовольствию	Стабильность пищевых продуктов	Использование пищевых продуктов
Наличие достаточных объемов продуктов питания надлежащего качества	Лёгкий доступ для приобретения высококачественных продуктов питания	Постоянное поступление продуктов питания на рынок	Использование пищевых продуктов для достижения состояния пищевого благополучия

Источник: составлено с использованием [13]

Прежде всего, рассмотрим, как цифровые технологии применяются в сельском хозяйстве.

1. Использование цифровых технологий в сельском хозяйстве

Последнее десятилетие развитие экономики, в частности сельского хозяйства, характеризуется активизацией внедрения цифровых технологий. Вносятся изменения в отраслевые стандарты в части дальнейшего развития таких технологий, как системы геопозиционирования, комплексное управление парком техники, точное земледелие. Лидирующие позиции в цифровых трансформациях занимают IT-компании, медиа, страхование и финансовые организации. Реальное производство демонстрирует более низкий уровень цифровизации наряду с сельским хозяйством. При этом основная проблема связана с особенностями аграрного производства. Вместе с тем те направления, которые продиктованы стратегиями инновационного развития и трендами цифровой экономики, найдут прикладное применение в будущем.

В обозримом будущем цифровые инструменты и услуги будут играть всё более важную роль в секторе сельского хозяйства даже в менее развитых странах. Широкое распространение портативных устройств, наряду с постоянно растущим охватом мобильной сети и интернета, создало возможности для прорывных инноваций в рамках таких концепций, как умное сельское хозяйство, «фермерство 4.0» «точное земледелие» и др. [18].

Сегодня можно выделить 3 этапа развития и внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве [11]. Цифровизация коснется развития и внедрения пилотных проектов, насыщения рынка цифровыми технологиями в сегменте сельского хозяйства, интеграции в вопросах информатизации и снижения рисков.

Пилотные проекты связаны с передовыми технологиями геопозиционирования, мониторинга состояния сельскохозяйственной техники. Насыщение рынка будет достигаться за счёт повышения количества цифровых продуктов и технологий, которые будут представлять компании на рынке. Дальнейшее развитие получит точное земледелие. В цифровом формате планируется использовать геоданные для прогнозирования урожая, оптимизации работ в сельском хозяйстве, управления логистикой. Интернет вещей и блокчейн будут адаптированы к агротехнологиям. Нарботки в области цифрового сельского хозяйства получают единую стандартизацию и решения, которые будут интегрированы в отраслевые комплексы на основе эффективного управления рисками.

Следовательно, цифровые технологии всё чаще проникают во все сегменты сельского хозяйства. Глобальные тренды оказывают влияние на развитие сельского хозяйства сразу в нескольких направлениях. Во-первых, новые технологии меняют структуру себестоимости готовой продукции, снижая расходы, по различным оценкам, от 10-15 % до 30-40 %. При этом повышается производительность труда. Во-вторых, цифровые технологии в сельском хозяйстве способны создавать добавленную стоимость. Это создает возможности для внедрения на рынок компаний из смежных и даже других отраслей. В-третьих, меняются факторы конкурентоспособности организаций. Сегодня ключевыми драйверами являются инвестиции и инновационная активность, цифровая зрелость, готовность к новым бизнес-моделям, соответствие критериям безопасности и др.

Однако для того чтобы цифровое развитие полностью раскрыло свой потенциал, специалистам и исследователям в области развития необходимо осваивать новые навыки и внедрять новые методы исследования. Ключевая проблема для многих цифровых инициатив сего-

дня заключается в согласовании потребностей и возможностей в области цифровизации сельского хозяйства [20].

Опыт сектора здравоохранения, например, показывает, что систематическое и широкое участие целевых пользователей может помочь в создании эффективных и востребованных цифровых услуг [14].

Цифровизация в сельском хозяйстве создает ряд новых возможностей:

- Социально-технические изменения при переходе к цифровому и умному сельскому хозяйству предполагают реализацию множества новых преимуществ [17].

- Достижения цифровизации в цепочке сельскохозяйственного производства предлагают развитие экономического потенциала за счёт повышения эффективности, принятия более эффективных управленческих решений, повышения производительности и большей прибыльности [16].

- Кроме того, цифровизация оказывает положительное влияние на эффективность использования ресурсов, увеличение биоразнообразия, условий выращивания животных, повышение прозрачности производственного процесса, а также качество продуктов питания для потребителей [21].

Комплексное применение технологий точного земледелия способно обеспечить прирост урожайности на 70 %. Сокращение расходов на семенной материал, удобрения и топливо, снижение временных издержек на полевые работы обеспечивается за счёт оперативного реагирования на изменение внешних условий и корректировки параметров работы оборудования. Широкое применение могут найти технологии анализа больших данных. Практическое применение анализа больших данных ожидается в селекции, при разработке новых кормов и удобрений, формировании стратегии выращивания сельскохозяйственных культур. Беспилотная техника будет широко применяться при посадке семян, в результате чего затраты, связанные с сезонными работами по посадке семян, можно будет снизить на 85 %.

Американские фермеры дали оценку эффективности применения цифровых технологий в сельском хозяйстве. Вследствие роботизации сокращение издержек производства в аграрной сфере достигнет 40 %. Наблюдается высвобождение работников, труд которых заменят роботы. Один робот сможет заменить 30 работников при сборе урожая.

Преимущества цифровизации явно прослеживаются в контрольной сфере за качеством сельскохозяйственных работ и продукции. Контролирующие структуры смогут проследить процедуры посадки семян, выращивания продукции, сбора урожая, формирования запасов продуктов с позиций качества продуктов и создания стратегических резервов. Цифровизация повышает процессы безопасности и качества продукции, тем самым повышая потребительскую культуру. Результативность инноваций оценивается показателями снижения экологической нагрузки на сельское хозяйство, роста эффективности использования природных ресурсов.

Важное значение в числе показателей эффективности приобретают следующие данные:

- снижение диспропорций качества жизни между городом и селом;
- обеспечение экономической и социальной интеграции мелких сельхозпроизводителей в продовольственные системы и цепочки поставок;

- формирование и функционирование различных маркетплейсов продуктов;
- повышение цифровой грамотности и расширение набора компетенций [12].

Цифровизация в сельскохозяйственной сфере подвержена влиянию различных факторов:

- природной и биологической основы сельского хозяйства;
- особенностей развития сельских территорий;
- неразвитости инфраструктуры;
- организации труда;
- используемых управленческих технологий;
- профессиональной подготовленности работников сельского хозяйства.

На сегодняшний день в России цифровые технологии применяются отдельными субъектами хозяйствования, что связано с незначительными финансовыми возможностями агра-

риев [7].

Цифровая трансформация всё глубже проникает в российский бизнес. В июле 2021 года Центром прогнозирования и мониторинга Кубанского ГАУ было проведено исследование «Цифровизации АПК» с целью оценки текущего уровня цифровой готовности сельского хозяйства в России. В исследовании приняли участие представители науки и образования, бизнеса, административных органов и др.

Результаты данного исследования представлены на рисунке 1.



Источник: составлено с использованием [10]

Рисунок 1 – Результаты исследования цифровизации сельского хозяйства в России в 2021 г.

Анализ результатов представленного исследования позволил сформулировать ряд выводов. Сельскохозяйственные предприятия, не применяющие технологии цифровой трансформации, будут проигрывать в конкурентной борьбе, аналогичным предприятиям, которые используют современные технологии. При этом, по мнению респондентов, несмотря на актуальность данного направления, цифровизация сельского хозяйства в России находится на начальном этапе. Для реализации цифрового потенциала отечественные сельхозпредприятия склонны приобретать готовые, апробированные и комплексные решения для бизнеса. Также большинство респондентов считает, что цифровизация сельскохозяйственного бизнеса будет способствовать усилению присутствия России в мировой сельскохозяйственной отрасли. Кроме того, половина респондентов считает, что пандемия 2020-2021 годов является важным драйвером развития отрасли.

Далее рассмотрим актуальные проблемы в области цифровизации сельского хозяйства и основные пути их решения.

2. Проблемы цифровизации агропромышленного комплекса в России

Сельское хозяйство входит в систему отраслей в России, подлежащих цифровой трансформации, однако на данный момент по объёму цифровых технологий отрасль отстает от других сфер экономики.

Согласно докладу «Индикаторы цифровой экономики 2021», в 2019 году индекс цифровизации и интенсивности использования цифровых технологий в сельском хозяйстве составлял всего 23 условных единицы (24 – в животноводстве, 21 – в растениеводстве) – это минимальное значение по всей экономике, где средний показатель – 32. Данный показатель значительно ниже, аналогичных показателей в мире, где среднее значение варьируется в диапазоне от 30 % до 50 %.

Позиции рынка AgTech (Agricultural Technologies) в России находятся на этапе активного развития, хотя по уровню цифровизации аграрного сектора наша страна занимает 15-е место в мире. Недостаточное развитие цифровых технологий, автоматизации, информатизации и систематизации данных вызывает определённые потери производства. Так, по оценкам

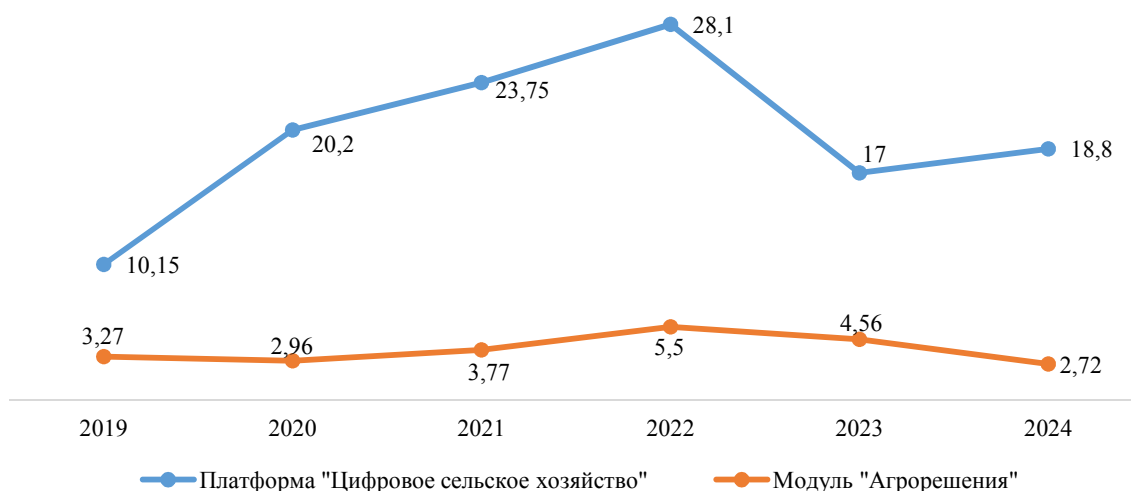
аналитического центра Минсельхоза и McKinsey, в растениеводстве на различных этапах работы теряется около 40 % урожая. По данным Фонда развития интернет-инициатив, в сегменте растениеводства цифровизацией охвачено максимум 10 % посевных площадей [6].

Таким образом, в России остается большой задел для внедрения технологий цифрового сельского хозяйства.

С 2018 года агропромышленный комплекс России был включён в перечень сфер, которые подлежат цифровизации. Помимо этого, сегодня существует большое количество отечественных IT-решений, способных конкурировать в мировом масштабе.

Основным источником инвестиций в сельском хозяйстве остается государственный сектор, так как высокая капиталоемкость инноваций создаёт значительные барьеры для инвестиций.

На рисунке 2 представлен финансовый план Министерства сельского хозяйства России в рамках одного из проектов в области цифровизации АПК.



Источник: составлено с использованием [3]

Рисунок 2 – Плановое финансирование ведомственного проекта цифровизации АПК, млрд руб.

Несмотря на текущее отставание России по уровню цифровизации сельского хозяйства, в ряде направлений Россия имеет высокие шансы занять лидирующие позиции. Так, например, в части внедрения систем искусственного интеллекта – в России одна из лучших в мире школ ИИ, подчеркивает руководитель департамента разработки беспилотных транспортных средств Cognitive Pilot Юрий Минкин [6].

Сельскохозяйственная отрасль в России имеет ряд барьеров для ускоренного цифрового развития. Во-первых, недостаток или отсутствие компетенций руководителей сельскохозяйственных предприятий в области цифровизации. Во-вторых, наличие большого разнообразия технологических решений, основанных на различных стандартах. Это ведёт к снижению инвестиций в технологии, так как нет уверенности, что выбранная технология не будет заменена более новой. В-третьих, низкая общая готовность предприятий к цифровизации, так как внедрение технологических решений затрагивает суть бизнес-процессов и сложившихся традиций в компаниях. По мнению И. Скрытниковой, руководителя проекта «Цифровизация сельского хозяйства», основным барьером к цифровой трансформации сельского хозяйства является проблема с кадрами и малым количеством молодых специалистов [8].

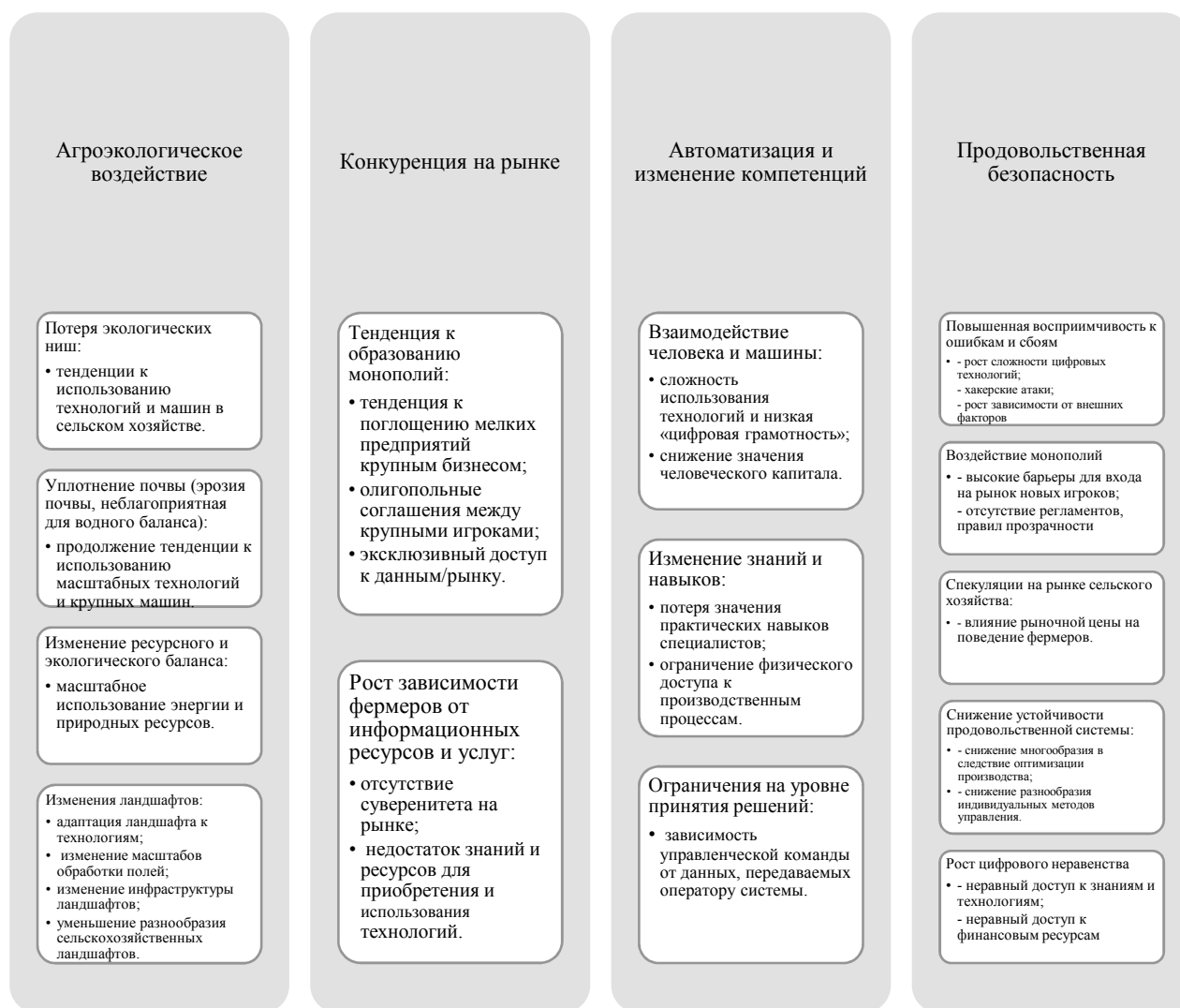
Очевидно, что для разрешения существующих барьеров и проблем необходима, прежде всего, вовлечённость и поддержка со стороны государства. В конце 2021 года Правительство России утвердило стратегию цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса до 2030 года.

К этому времени ведомство рассчитывает внедрить технологии цифровых двойников, моделирования и прогнозирования, искусственного интеллекта, дронов и роботов, дистанционное зондирование Земли, а также разработать онлайн-платформу для продвижения российской сельхозпродукции и запустить системы моделирования и прогнозирования.

В условиях активного применения цифровых технологий в настоящее время важное значение имеют предикативные методы аналитической оценки, они позволяют предсказать отклонения показателей от заданных параметров, стандартов, образцов и построить прогнозы урожайности, просчитать риски заболеваний животных. Внедрение роботизации процессов и использование беспилотников ускоряет и оптимизирует процессы. Решения в области дистанционного зондирования земли позволяют проводить сбор данных о сельхозземлях и использовать их по назначению.

В результате реализации программы Минсельхоз рассчитывает достичь «цифровой зрелости» в сфере АПК, обеспечить продовольственную безопасность, повысить эффективность производственных процессов, расширить сбытовые возможности и повысить цифровую грамотность работников предприятий. Кроме того, 50 сельскохозяйственных вузов включают в образовательные программы освоение цифровых компетенций, с 25 до 50 % увеличится доля субъектов малого предпринимательства, имеющих доступ к цифровым каналам сбыта [5].

Кроме существующих проблем, также имеется ряд рисков, связанных с цифровизацией сельского хозяйства. Данные риски представлены на рисунке 3.



Источник: составлено с использованием [23]

Рисунок 3 – Риски, связанные с цифровизацией сельского хозяйства

Таким образом, существуют четыре области, которые вызывают ряд предполагаемых рисков в результате крупных изменений, вызванных цифровой трансформацией в сельском хозяйстве. К ним относятся агроэкологическое воздействие, конкуренция на рынке, автоматизация и изменение компетенций, продовольственная безопасность.

Далее рассмотрим классификацию цифровых технологий для сельского хозяйства.

3. Классификация цифровых технологий для сельского хозяйства

На сегодняшний день на рынке присутствует большое количество отечественных IT-решений, которые представляют собой программные продукты, созданные на своей платформе под различные задачи для сельского хозяйства.

Основной гипотезой данного исследования является утверждение о том, что большинство программных решений представляет собой отдельные специализированные, а не готовые комплексные решения.

Отечественные цифровые агротехнологии можно разделить на несколько основных групп, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Группы цифровых продуктов российских компаний-производителей

Компания-производитель	Описание программного продукта/технологии для сельского хозяйства
Софтверные решения	
ExactFarming	Создания карты путём ручного ввода координат. Есть функционал сохранения истории и прогноза погоды, внесения данных об осмотрах полей, журнал севооборота
АгроМон	Мобильное приложение и веб-сервис для управления хозяйством. Организация осмотра посевов, планирование сезона, управление полевыми работами, обмен данными с командой, производителями семян, СЗР и дистрибьюторами
SmartAGRO	Система управления предприятием со встроенным модулем агроаналитики. Автоматизирует до 90 % бизнес-процессов агропредприятия
СкайСкаут	Единая система управления агрономической службой предприятий сельского хозяйства. Обеспечивает полноту картины состояния культур на основе данных, собранных как вручную, так и автоматически. Помогает принимать решения по хозяйству
Digital Agro	Программно-аппаратный комплекс для мониторинга техники, технологических процессов, обработки и преобразования данных телеметрии, а также ведения всей экономической деятельности компании в едином цифровом контуре
Magrotech	Собирает информацию о характеристиках поля и предоставляет прогноз урожайности на основе математической модели
Полидон Агро	Мобильное приложение с актуальной информацией о продукции и калькулятором смешивания
Своё фермерство	Сервис позволяет купить семена, удобрения, СЗР, агрохимию, а также сельхозтехнику. Кроме товаров здесь можно получить и услуги
ФосАгро	Сайт для клиентов компании, на котором можно рассчитать необходимое количество продукции и заказать её
Оборудование и техника	
Cognitive Pilot	Разработка беспилотной сельхозтехники и агроботов, оснащенных системой видеонаблюдения, геопозиционирования и управления маршрутом
Ростсельмаш	Система автовождения для комбайнов
Avrora Robotics	Комплексная беспилотная система управления для трактора
Мегафон	Мониторинг крупного рогатого скота для определения местоположения, температуры тела и активности
Беспилотные летательные аппараты	
Геоскан	
Съемка с воздуха	

senseFly	Компании предоставляют комплексные решения, начиная от инвентаризации угодий и мониторинга сельхозтехники до расчёта вегетационного индекса посевов
AeroTechAgro	
Flyseeagro	
Альбатрос	
Вертикальные фермы	
iFarm	Выращивание продукции в закрытых помещениях в ограниченном пространстве (например, в городских условиях) с контролируемой средой и применением современных цифровых технологий – датчиков, сенсоров, фотоники и т. д.
GreenBar	
УрбаниЭко	
Местные корни	
Сити-фермер	
OverGrower	
EVAfarm	

Источник: составлено с использованием [12]

Таким образом, отечественный рынок развивается сразу в нескольких направлениях цифровизации сельского хозяйства. Однако стоит отметить, что многие комплектующие, применяемые в устройствах, являются импортной продукцией, в частности различные сенсоры, контроллеры и др.

Эффективным инструментом в достижении целей цифровой трансформации в сельском хозяйстве является технология интернета вещей (IoT). Сельскохозяйственный интернет вещей относится к сети, в которой физические компоненты, такие как животные и растения, элементы окружающей среды, производственные инструменты и различные виртуальные «объекты» в сельскохозяйственной системе, связаны с интернетом через оборудование для восприятия сельскохозяйственной информации под определенные протоколы для обмена информацией и связи [22]. Основная задача данной технологии в сельском хозяйстве заключается в оптимизации сельскохозяйственных процессов и эффективном использовании ресурсов. В результате умное сельское хозяйство может значительно увеличить качественный уровень сельскохозяйственной отрасли и повысить производственные объёмы.

Весь комплекс существующих технологий цифровизации сельского хозяйства можно разделить на 4 основные группы по объектам управления: управление организацией, производственный процесс, оценка эффективности и бизнес-модель предприятия. Современная цифровая трансформация направлена на повышение качества и эффективности при работе с данными объектами управления.

На рисунке 4 представлена модель, которая отражает классификацию цифровых технологий по разным объектам управления.

Таким образом, данная классификационная модель показывает, какие технологии обеспечивают поддержку того или иного объекта управления сельскохозяйственного предприятия. Подобная классификационная модель может быть предложена для других отраслей, так как данные объекты управления характерны для многих компаний в России.

4. Государственная поддержка цифровой трансформации сельского хозяйства в России

Современный рынок сельского хозяйства демонстрирует тенденции, при которых важным драйвером развития отрасли является государственная поддержка. Следовательно, важно предусмотреть государственную поддержку в рамках развития цифровой трансформации в сельском хозяйстве.

Международный опыт государственной поддержки сельскохозяйственной отрасли направлен на: развитие цифровой инфраструктуры, модернизацию образовательной системы и развитие программ повышения квалификации, упрощение системы финансирования инноваций в отрасли, государственное регулирование, цифровизацию процессов предоставления государственной поддержки сельского хозяйства.



Источник: составлено авторами

Рисунок 4 – Модель классификации цифровых технологий по объектам управления

В российской практике выделяются 3 главные причины, которые тормозят процесс трансформации:

1. Наличие финансовых ресурсов и готовность распределять бюджет на цифровизацию;
2. Готовность кадров к внедрению и управлению цифровыми продуктами внутри отрасли;

3. Недостаточно развитая инфраструктура для внедрения проектов.

Подробнее остановимся на проблеме готовности кадров в отрасли.

Успешное развитие отрасли зависит от подготовки и повышения квалификации кадров на основе прикладного применения цифровых знаний, умений и навыков. Кадровая политика организаций и органов власти влияет на эффективность деятельности сельскохозяйственных организаций. Те методы производства и управления, которые традиционно применялись в сельском хозяйстве, не позволяют достичь увеличения объемов производства, повышения качества продукции и решения вопросов защиты и охраны среды обитания. В то время как сельское хозяйство и его успешное развитие являются приоритетной стратегической задачей инновационного цифрового развития экономики для обеспечения продовольственной безопасности. Главная проблема на сегодняшний день состоит в том, что доля специалистов информационно-коммуникационных технологий, занятых в аграрном секторе экономики страны, ничтожно мала. Занятость в профессиях, связанных с интенсивным использованием инновационных методов и технологий в сельском хозяйстве, на конец 2019 года составила лишь 2,4 % от численности работников отрасли [2]. Подготовке кадров в сфере информационно-компьютерных технологий важна не только для развития IT-отрасли, но и для достижения целей и

задач национального проекта цифровизации региональной и отраслевой экономики. С этой целью создаются центры компетенций по всей стране и реализуется программа содействия занятости населения.

Сегодня, когда отдельно компания не может решить вопрос подготовки кадров, необходимо действовать совместно с наукой, образовательными учреждениями, университетами.

В таблице 4 представлен комплекс мер государственной поддержки с целью развития кадрового потенциала в рамках цифровизации сельского хозяйства в России.

Таблица 4 – Комплекс мер государственной поддержки для развития кадрового потенциала в сельском хозяйстве

Направление государственного участия	Цель	Необходимые шаги
Целевая программа подготовки в высших учебных заведениях	Подготовка специалистов с высшим образованием в области ИТ для последующего трудоустройства в сельскохозяйственной сфере	1. Создание реестра целевых вузов и сельскохозяйственных организаций, внедряющих элементы цифровизации; 2. Стимулирование организаций к созданию целевого обучения через систему государственных льгот; 3. Запуск целевых программ обучения в учебных заведениях
Предоставление грантов для вузов в области цифровизации сельского хозяйства	Привлечение внимания молодых специалистов к отрасли и развитие приоритетных проектов	1. Определение высокоприоритетных исследований; 2. Выделение бюджета; 3. Разработка программы, регламентов, требований к участию; 4. Организация и проведение мероприятий
Создание карты цифровых направлений в сельскохозяйственных организациях	Централизованная поддержка отстающих цифровых направлений в сельскохозяйственных организациях	1. Исследование сельскохозяйственных организаций; 2. Создание карты цифровых направлений в организациях; 3. Выделение отстающих цифровых направлений в организациях; 4. Обновление программ подготовки в вузах
Формирование привлекательного имиджа сельского хозяйства в России	Создание образа сельского хозяйства для студентов как современной, технологичной, привлекательной для трудоустройства отрасли, где есть место новым вызовам и креативным решениям	1. Исследование текущего отношения, ожиданий и интересов студентов к сельскохозяйственной отрасли; 2. Разработка концепции имиджа сельского хозяйства в России; 3. Формализация плана мероприятий по продвижению обновленной концепции; 4. Внедрение запланированных инструментов и мероприятий; 5. Профилактическое поддержание обновленного образа

Источник: составлено авторами

Данный комплекс мероприятий возможен в определённых условиях: во-первых, требуется осознание государством важности развития кадрового потенциала сельскохозяйственной отрасли; во-вторых, необходимо приоритетное развитие данного направления в общей стратегии развития страны на ближайшие годы; в-третьих, требуется выделение значительных бюджетных ресурсов для реализации комплекса мероприятий в сфере кадрового обеспечения аграрного производства.

Заключение и выводы

Использование современных цифровых технологий в сельском хозяйстве позволяет повысить качество конечной продукции, снизить затраты, сократить время на осуществление коммуникаций, а также повысить качество принимаемых управленческих решений. Сегодня отечественные сельскохозяйственные компании движутся в сторону создания собственной цифровой среды, однако, как показывает практика, использование только собственных ресурсов в этом направлении недостаточно. Для преодоления существующего разрыва нужна поддержка на государственном уровне, инвестиции в инфраструктуру, развитие рынка и человеческий капитал.

Для достижения целей цифровой трансформации сельского хозяйства необходимо:

1. Совершенствование нормативной правовой базы для уменьшения барьеров цифровизации;
2. Комплекс мер, направленный на обеспечение кадровых потребностей в отрасли;
3. Совершенствование мер государственной поддержки, снижение налогов, выплата субсидий организациям, которые обеспечивают сельскохозяйственные предприятия современными цифровыми решениями;
4. Создание системы выгод и поощрений для стимулирования перехода сельскохозяйственных компаний к цифровым технологиям;
5. Финансирование наиболее перспективных комплексных решений для цифровой трансформации сельского хозяйства;
6. Исследование приоритетных сфер и направлений сельского хозяйства.

Сегодня существует множество отдельных цифровых решений для сельского хозяйства, однако наиболее перспективной нишей в области цифровой трансформации является разработка комплексных AgroTech-решений для цифровизации четырёх объектов управления: производство продукции, управление организацией, оценка эффективности и бизнес-модель компании. Комплексная система позволяет эффективно использовать ресурсы организации на разных этапах жизненного цикла, а также повысить прозрачность в оценке показателей эффективности, что создает интерес к дальнейшему изучению технологий цифровизации сельского хозяйства.

Список использованных источников:

1. Бекбоева Р. Р. Особенности внедрения цифровых технологий в предпринимательстве / Р. Р. Бекбоева, А. Ш. Осмонова, М. Ж. Акжолова // Modern Science. – 2019. – № 12-3. – С. 14-22.
2. Бураева Е. В. Подготовка кадров для цифровой аграрной экономики: проблемы и перспективы // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3(90) – С. 112-117.
3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» : официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019 – 48 с.
4. Ерохин В. Л. Международный опыт регулирования конкурентоспособности экономики и возможности его применения в России // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 5-2(44). – С. 75-80.
5. Корзик О. Достижимая цифра для села // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5316411> (дата обращения: 11.10.2022).
6. Кулистикова Т. Цифровизация как неизбежность. Какие digital-решения использует агросектор // Агроинвестор. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/36772-tsifrovizatsiya-kak-neizbezhnost-kakie-digital-resheniya-ispolzuet-agrosektor/> (дата обращения: 11.10.2022).
7. Мамай О. В. Цифровизация как средство повышения эффективности деятельности предприятия // Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики : сборник научных трудов III Национальной научно-практической конференции, Самара, 29 апреля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 48-50.
8. Мельникова Ю. Сельхозкадры решают все // ComNews. – URL: <https://clck.ru/sWgnd> (дата обращения: 09.10.2022).
9. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Программа "Цифровая экономика Российской Федерации"».

10. Труфляк Е. В. Результаты исследования «Цифровизация АПК»-2021 // Цифровая платформа знаний Агроэкомиссия. – URL: <https://agrieocomission.com/news/rezultaty-issledovaniya-cifrovizaciya-apk-2021> (дата обращения: 14.11.2022).
11. Тренды цифровых технологий в АПК // МНИАП. – URL: <https://xn--80aplem.xn--p1ai/analytics/Trendy-cifrovyyh-tehnologij-v-APK/> (дата обращения: 15.11.2022).
12. Цифровая трансформация сельского хозяйства России. – URL: <https://clck.ru/sWgjb> (дата обращения: 16.11.2022).
13. Abbasi R., Martinez P., Ahmad R. The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0 // Smart Agricultural Technology 2 (2022) 100042.
14. Bazzano A., Martin J., Faughnan M., Murphy L. Human-centred design in global health: A scoping review of applications and contexts // PLoS ONE 12(11) (2017) 0186744.
15. Benyama A., Soma T., Fraser E. Digital agricultural technologies for food loss and waste prevention and reduction: Global trends, adoption opportunities and barriers // Journal of Cleaner Production 323 (2021) 129099.
16. Bronson K., Knezevic I. Big Data in food and agriculture // Sage journals. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2053951716648174> (дата обращения: 17.11.2022).
17. Eastwood C., Klerkx L., Ayre M. Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation // Journal of Agricultural and Environmental Ethics 32 (2019) 741-768.
18. McCampbell M., Schumann C., Klerkx L. Good intentions in complex realities: Challenges for designing responsibly in digital agriculture in low-income countries // Sociologia Ruralis 62 (2021) 279-304.
19. Pauschinger D., Klauser F.R. The introduction of digital technologies into agriculture: Space, materiality and the public-private interacting forms of authority and expertise // Journal of Rural Studies 91 (2022) 217-227.
20. Steinke J., Ortiz-Crespo B., Etten J., Müller A. Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice // Agricultural Systems 195 (2022) 103313.
21. Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. Smart farming is key to developing sustainable agriculture // Agricultural Sciences 114(24) (2017) 6148-6150.
22. Xu J., Gu B., Tian G. Review of agricultural IoT technology // Artificial Intelligence in Agriculture 6 (2022) 10-22.
23. Zscheischler J., Brunsch R., Rogga S., Scholz R. Perceived risks and vulnerabilities of employing digitalization and digital data in agriculture – Socially robust orientations from a transdisciplinary process // Journal of Cleaner Production 358 (2022) 132034.

Статья поступила 18.11.2022 г.