



Научная статья

УДК 338.012

doi: 10.55186/25876740_2025_68_7_901

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

М.С. Петухова, О.В. Агафонова

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

Аннотация. Цель данного исследования заключается в построении концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства России, что обусловлено необходимостью теоретико-методологического обоснования данного процесса для повышения эффективности внедрения цифровых технологий в сельскохозяйственное производство. В качестве методологической основы исследования использовался системно-процессный подход, позволяющий рассмотреть цифровую трансформацию сельского хозяйства одновременно с двух позиций: как непрерывный процесс улучшений производства за счет внедрения цифровых технологий и в качестве системы, где на входе имеется определенный набор цифровых технологий иправленческих решений, а на выходе — принятиеправленческих решений, основанных на данных и повышение производительности труда. Научная новизна заключается в интеграции ранее разработанных этапов цифровой трансформации в целостную концептуальную модель, адаптированную к специфике российского сельского хозяйства, и в разработке на ее основе механизма практической реализации через технологические дорожные карты (ТДК), включая качественные и количественные условия перехода между этапами. Разработанная концептуальная модель цифровой трансформации сельского хозяйства включает в себя технологии, в т.ч. управленческие, показатели для оценки каждого этапа, инструменты поддержки. Показано, что для конкретного сельскохозяйственного товаропроизводителя концепция цифровой трансформации должна быть реализована с помощью технологической дорожной карты, т.е. в форме поэтапного процесса цифровой трансформации организации с привязкой к временной шкале. Определены качественные условия перехода от одного этапа цифровой трансформации к другому. Под качественными условиями понимаются технологии, исследования и разработки, знания и навыки, критически важные для цифровой трансформации отрасли. Внедрение технологий, наряду с различными управленческими мероприятиями, позволит осуществлять переход от одного этапа цифровой трансформации к другому.

Ключевые слова: цифровая трансформация, концептуальная модель, сельское хозяйство, технологическая дорожная карта, интегральный показатель

Благодарность: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-78-00028.

Original article

A CONCEPTUAL MODEL OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE IN RUSSIA

M.S. Petukhova, O.V. Agafonova

Siberian State University of Engineering and Biotechnology,
Novosibirsk, Russia

Abstract. The purpose of this study is to develop a conceptual model of the digital transformation of Russian agriculture, driven by the need for a theoretical and methodological justification for this process to improve the efficiency of digital technology implementation in agricultural production. A systems-process approach was used as the methodological basis for the study, allowing for the digital transformation of agriculture to be considered from two perspectives simultaneously: as a continuous process of production improvements through the implementation of digital technologies and as a system where the input is a specific set of digital technologies and management decisions, and the output is data-driven management decisions and increased labor productivity. The scientific novelty lies in the integration of previously developed digital transformation stages into a holistic conceptual model adapted to the specifics of Russian agriculture and the development, on this basis, of a mechanism for practical implementation through technology roadmaps (TRD), including qualitative and quantitative conditions for transitions between stages. The developed conceptual model of the digital transformation of agriculture incorporates technologies, including management ones, indicators for assessing each stage, and support tools. It is shown that for a specific agricultural producer, the digital transformation concept should be implemented using a technological roadmap, i.e., a phased process of digital transformation of the organization linked to a timeline. Qualitative conditions for the transition from one stage of digital transformation to the next are identified. These qualitative conditions include technologies, research and development, knowledge, and skills critical to the digital transformation of the industry. The implementation of technologies, along with various management measures, will enable the transition from one stage of digital transformation to the next.

Keywords: digital transformation, conceptual model, agriculture, technological roadmap, integral indicator

Acknowledgements: the research was carried out at the expense of the Russian Science Foundation grant No. 24-78-00028.

Введение. В настоящее время цифровая трансформация является ключевым фактором, определяющим будущее сельского хозяйства. Внедрение цифровых технологий позволяет оптимизировать процессы производства, управления и распределения ресурсов, что обязательно влечет за собой увеличение производительности и эффективности. Цифровые технологии помогают адаптироваться к изменениям внешней среды за счет более точного прогнозирования и управления рисками. Но цифровая трансформация сельского хозяйства в России сегодня сталкивается с рядом

серьезных проблем, которые препятствуют стабильному и равномерному прогрессу в этой области. Наряду с нехваткой инфраструктуры, отсутствием квалифицированных кадров, финансовыми барьерами, неравномерным распределением ресурсов, проблемами с интеграцией данных, имеется проблема отсутствия понимания цифровой трансформации отрасли как комплексного и системного процесса в связи с недостаточностью теоретических и нормативно-правовых основ цифровой трансформации. Все это диктует необходимость разработки комплексной концептуальной

модели цифровой трансформации сельского хозяйства России.

В отличие от предыдущих работ авторов, где была предложена декомпозиция процесса на этапы [1, 2], настояще исследование предлагает комплексную концептуальную модель, синтезирующую эти этапы в единую систему с четкими взаимосвязями между элементами (технологии, управление, показатели, поддержка). Практическим инструментом реализации модели выступает технологическая дорожная карта, содержащая пошаговый план трансформации с привязкой к временной шкале

Авторами предлагается сконцентрировать усилия для разработки концептуальной модели, позволяющей систематизировать подходы к внедрению цифровых технологий, обеспечивать равномерное распределение ресурсов и поддержку регионов с низким уровнем цифровизации, устранять финансовые барьеры для малых и средних хозяйств, вести подготовку квалифицированных кадров через новые образовательные программы и идти к цели создания единой платформы для интеграции и анализа данных — цифровой экосистеме.

Цель исследования — разработка концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства России.

Для достижения данной цели решены следующие задачи:

1. Проведен анализ ключевых показателей цифровой трансформации отрасли и выявлены проблемы.
2. Выявлены предпосылки для разработки концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства страны.
3. Определены элементы концептуальной модели и взаимосвязи между ними.
4. Осуществлена привязка элементов концептуальной модели к этапам цифровой трансформации отрасли.

Научная новизна заключается в интеграции ранее разработанных этапов цифровой трансформации в целостную концептуальную модель, адаптированную к специфике российского сельского хозяйства, и в разработке на ее основе механизма практической реализации через технологические дорожные карты, включая качественные и количественные условия перехода между этапами. Авторами осуществлена декомпозиция процесса цифровой трансформации отрасли на отдельные этапы и произведено теоретическое обоснование каждого из них в целях выстраивания комплексной концептуальной модели. Практическая значимость состоит в возможности применения результатов исследования для повышения производительности труда и качества принимаемых решений в хозяйствах.

Методология и методы исследования. В основе методологии данного исследования находится системно-процессный подход, позволяющий рассмотреть цифровую трансформацию сельского хозяйства одновременно с двух позиций: как непрерывный процесс улучшений производства за счет внедрения цифровых технологий и в качестве системы, где на входе имеется определенный набор цифровых технологий и управленческих решений, а на выходе — принятие управленческих решений, основанных на данных и повышение производительности труда.

К основным методам, использованным для написания статьи относятся системный анализ, методы анализа и синтеза, декомпозиция, монографический анализ, расчетно-конструктивный и графический методы.

Результаты. Цифровая трансформация сельского хозяйства очень сложный и многоступенчатый процесс, который требует значительных вложений. Расходы на внедрение современных технологий растут и это дает свои результаты в виде повышения эффективности, устойчивости и даже уже в некоторых предприятиях

прибыльности, что, конечно, делает эти вложения необходимыми [3, 4].

Так, по данным Росстата уже в 2022 году внутренние затраты на развитие цифровой экономики за счет всех источников составил чуть более 3 трлн руб. (рис. 1) [5]. Этот показатель рассчитывался в целом по Российской Федерации в соответствии с методикой, утвержденной Подкомиссией по цифровой экономике Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий и для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 27 сентября 2019 г. № 577пр).

Если говорить о затратах на развитие цифровых технологий в агропромышленном комплексе, то они также ежегодно растут. В России общие расходы на цифровизацию сельского хозяйства за последние несколько лет увеличились на 15-20%. Например, инвестиции в агротехнологии уже достигли еккорда и ожидается, что этот тренд продолжится, с прогнозами роста на 20-30% в год, в том числе в рамках национальных проектов [6]. Более 60% крупных

агрокомпаний в России уже внедрили или планируют внедрить цифровые решения, относящиеся к третьему, четвертому и пятому этапам цифровой трансформации (этапы цифровой трансформации определены авторами в предыдущих исследованиях) и позволяющие использовать системы управления фермерскими хозяйствами, датчики, контроллеры, программные роботы, дроны для мониторинга полей, IoT-устройства для автоматизации процессов и даже инструменты работы с большими данными, облачные решения и инструменты для планирования, отслеживания и управления производственными процессами. Но в то же время в малых и средних предприятиях только наблюдается рост интереса к цифровым технологиям. Использование информационных и коммуникационных технологий в организациях сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства в процентах от общего числа обследованных организаций показывает, что около 40% даже таких предприятий начали использовать хотя бы одно цифровое решение [6]. Кроме этого, можно проследить, что происходит сдвиг в использовании инструментов

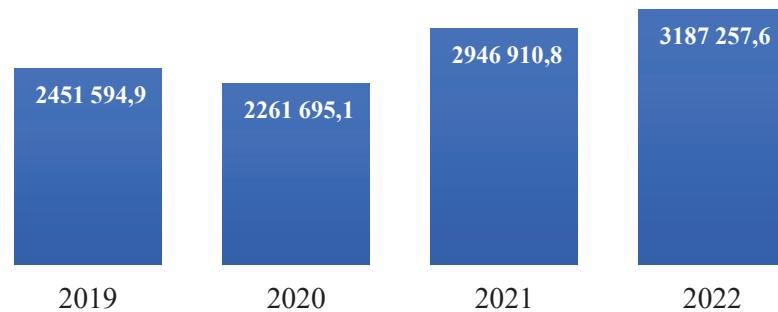


Рисунок 1. Внутренние затраты на развитие цифровой экономики за счет всех источников в целом по Российской Федерации (начиная с 2023 года такой показатель не разрабатывается)

Figure 1. Internal costs for the development of the digital economy from all sources in the Russian Federation as a whole (starting from 2023, such an indicator is not being developed)



Рисунок 2. Использование информационных и коммуникационных технологий в организациях сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства в процентах от общего числа обследованных организаций

Figure 2. The use of information and communication technologies in organizations of agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming as a percentage of the total number of surveyed organizations



в пользу мобильного интернета, веб-сайтов и облачных решений (рис. 2) [6].

Таким образом, можно утверждать, что уже запущенная цифровая трансформация будет продолжать двигаться к своей цели, приводя к дальнейшему росту расходов и внедрению цифровых технологий в аграрный сектор. Расходы, конечно, могут быть значительными, но они обязательно и неизбежно должны вести к повышению производительности и снижению затрат, чтобы сделать эти инвестиции оправданными. Исследования показывают, что внедрение цифровых технологий может увеличить производительность труда на 10-30%, сократить операционные затраты на 15-25% за счет автоматизации процессов и повышения точности в управлении ресурсами [7-9].

Сейчас за счет внедрения технологий производительность в аграрном секторе не так быстро растет, как это должно быть при полноценной цифровой трансформации. Но и удельный вес организаций, использовавших специальные программные средства не на достаточном уровне (рис. 3) [5].

Так рост индекса производительности труда в сельском хозяйстве по данным Росстата, в период с 2021 по 2024 составил от 3% до 5%. Для полноценной цифровой трансформации рост индекса должен быть на уровне 10-15% ежегодно [9-11].

На пути к достижению цели цифровой трансформации стоит ряд ключевых моментов, на которые стоит обратить внимание. Это и недостаток научных исследований, которые бы опирались на разработку теоретических моделей, учитывающих специфику аграрного сектора, и отсутствие единой методологии, так как в разных регионах и хозяйствах могут использоваться различные подходы к внедрению цифровых технологий, и отсутствие четких критериев и методик для оценки эффективности цифровых решений, и нехватка квалифицированных специалистов и современных образовательных программ [11]. Это можно проследить даже по удельному весу организаций, использовавших просто персональные компьютеры, по субъектам Российской Федерации в процентах от общего числа обследованных организаций соответствующего субъекта Российской Федерации (рис. 4) [5].

Поэтому сегодня необходимо не только внедрение технологий, но и изменение подходов к управлению и создание соответствующей инфраструктуры, так как при полноценной цифровой трансформации производительность труда в сельском хозяйстве будет расти значительно быстрее, чем это происходит сейчас.

Таким образом, потенциал цифровых технологий в сельском хозяйстве не раскрыт, ограничением здесь выступает слабая теоретико-методологическая база для цифровой трансформации отрасли, отсутствие понимания данного процесса с точки зрения системного подхода. Необходима разработка концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства как модели оптимизации процессов интеграции цифровых технологий и инновационных управленческих решений в аграрный сектор экономики для повышения его эффективности и обеспечения устойчивости развития.



Рисунок 3. Удельный вес организаций, использовавших специальные программные средства, по Российской Федерации (в процентах от общего числа обследованных организаций)
Figure 3. The proportion of organizations using special software tools in the Russian Federation (as a percentage of the total number of organizations surveyed)

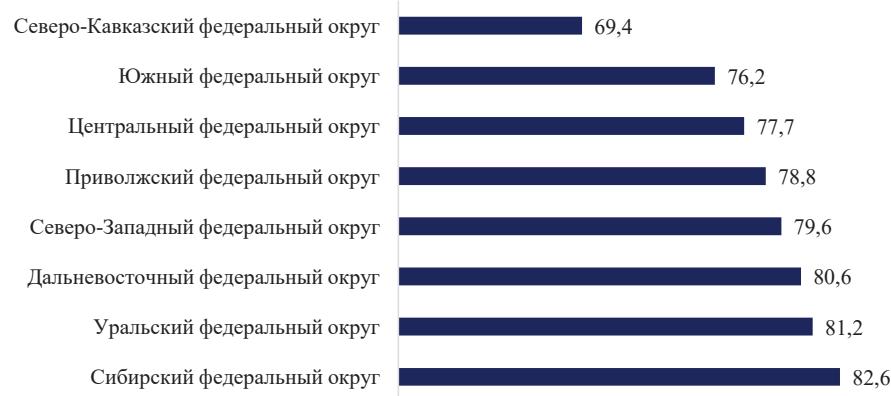


Рисунок 4. Удельный вес организаций, использовавших персональные компьютеры, по субъектам Российской Федерации в процентах от общего числа обследованных организаций соответствующего субъекта Российской Федерации
Figure 4. The proportion of organizations using personal computers by the subjects of the Russian Federation as a percentage of the total number of surveyed organizations in the corresponding subject of the Russian Federation



Рисунок 5. Системно-процессный подход к цифровой трансформации сельского хозяйства
Figure 5. System-process approach to digital transformation of agriculture





В предыдущих исследованиях авторами предпринята попытка построения теоретико-методологического фундамента для цифровой трансформации, выделена этапность этого процесса, показатели для оценки и др. [1, 2].

На рисунке 5 представлена схема, характеризующая использование системно-процессного подхода для построения концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства.

Таким образом, концептуальная модель цифровой трансформации сельского хозяйства России, интегрирующая системный и процессный подход содержит в себе следующие элементы:

1. Входные ресурсы: комплекс цифровых и управляемых технологий, доступных хозяйству, региону или отрасли.
2. Процесс трансформации: представляет собой последовательность из шести этапов (спецификация, информатизация, автоматизация/роботизация, оцифровка, цифровизация, цифровая экосистема), прохождение которых обеспечивается за счет внедрения соответствующих технологий и управляемых решений.
3. Инструменты поддержки: финансовые, регуляторные и кадровые механизмы, обеспечивающие возможность перехода между этапами.
4. Выходные результаты: повышение производительности труда и переход к принятию управляемых решений на основе данных.

Объектом системы может выступать как отдельный сельскохозяйственный товаропроиз-

водитель, так и отрасль сельского хозяйства субъекта РФ, макрорегиона, страны. На входе в систему находятся имеющиеся ресурсы в виде цифровых технологий и управляемых технологий. Их качество и структура позволяют хозяйству/региону/стране достичь определенного уровня цифровой трансформации. Переход на новый уровень или этап требует внедрения новых технологий и совершенствования системы управления. Внутри системы — объект цифровой трансформации, представленный в форме поэтапного перехода от одного уровня цифровой трансформации к другому. На выходе из системы объект получает повышение производительности труда, а также качества принятия управляемых решений за счет использования больших массивов данных.

Структура концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства включает следующие элементы.

1. Технологии цифровой трансформации: информационные технологии; цифровые технологии; цифровые платформы и экосистемы.
2. Управляемые технологии: умные системы управления; обучение и развитие кадров.
3. Показатели цифровой трансформации.
4. Инструменты поддержки цифровой трансформации: финансирование и инвестиции; регуляторная политика.

Все элементы концептуальной модели взаимосвязаны между собой. Так, например, внедрение тех или иных цифровых технологий требует изменения управляемых технологий — установка датчиков ведет к получению большого

массива данных и необходимости их обработки. Это в свою очередь обеспечивает улучшение показателей, характеризующих уровень цифровой трансформации. А, в свою очередь, внедрение цифровых технологий, с учетом особенностей сельского хозяйства, в большинстве случаев невозможно без соответствующей государственной поддержки.

В таблице 1 представлено более подробное описание элементов концептуальной модели применительно к каждому этапу цифровой трансформации отрасли.

Концепция цифровой трансформации сельского хозяйства России применительно к участникам данного процесса реализуется через разработку технологических дорожных карт. Выбор технологической дорожной карты в качестве ключевого инструмента реализации концепции не случаен. В сравнении с гибкими методологиями управления (такими как Agile или Scrum), более распространенными в IT-сфере, ТДК обладает рядом преимуществ для сельского хозяйства:

- долгосрочное планирование: позволяет учитывать длительные производственные циклы и сезонность агробизнеса;
- синхронизация с господдержкой: облегчает интеграцию с национальными проектами и программами госсубсидий, которые носят долгосрочный характер;
- координация стейкхолдеров: обеспечивает согласованность действий множества участников (хозяйства, региональные власти, научные учреждения) в достижении единых стратегических целей.

Таблица 1. Элементы структуры концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства
Table 1. Structural elements of the conceptual model of digital transformation of agriculture

Элементы/ Этапы	Спецификация	Информатизация	Автоматизация/ роботизация	Оцифровка	Цифровизация	Цифровая экосистема
Технологии цифровой трансформации	Технологические дорожные карты, фортсайт	системы управления данными; информационные системы; системы защиты информации; системы электронного документооборота	программные роботы; системы управления рабочими процессами; интеграционные платформы; IoT-устройства	датчики, контроллеры и др. инструменты работы с большими данными; облачные решения; чат-боты; виртуальные ассистенты	искусственный интеллект; системы управления производственными процессами; инструменты для планирования, отслеживания и управления; цифровые двойники	инструменты для бесшовной интеграции систем
Управляемые технологии	оценка текущих процессов и технологий; определение стратегии; выбор технологий и инструментов; разработка плана управления изменениями; формирование команды; определение потребностей в обучении сотрудников	разработка подходов к сбору, хранению и анализу данных; принятие мер по обеспечению безопасности данных и систем; обучение и развитие кадров	оснащение робототехникой для выполнения рутинных операций; обучение и развитие кадров	использование систем управления, основанных на сборе данных; обучение и развитие кадров	использование умных систем управления; обучение и развитие кадров	поддержка работы цифровой экосистемы; постоянный мониторинг эффективности содержания цифровой экосистемы
Показатели цифровой трансформации	показатели уровня готовности к цифровой трансформации	показатели уровня системной интеграции компьютерных средств и информационно-коммуникационных технологий	показатели уровня использования специального программного обеспечения	показатели уровня полноты и достоверности баз данных и цифровых профилей	показатели уровня эффективности использования данных	показатели производительности труда в цифровой экосистеме
Инструменты поддержки цифровой трансформации	Консультационная поддержка при разработке ТДК Гранты на реализацию ТДК Формирование нормативно-правовой базы	Субсидии на разработку/приобретение российского ПО Формирование стандартов защиты личной информации	Компенсация затрат на приобретение агророботов, автоматизированных производственных линий и пр.	Субсидии на разработку/приобретение российского ПО Массовое повышение квалификации по анализу данных Установление стандартов безопасности данных	Гранты на разработку цифровых двойников производства	разработка и внедрение российских цифровых платформ-интеграторов



Таким образом, ТДК является наиболее адекватным инструментом для управления масштабной и последовательной трансформацией в аграрном секторе».

ТДК представляют собой поэтапный процесс цифровой трансформации с привязкой к временной шкале [10], где на каждом этапе представлены следующие элементы:

1. Технологии цифровой трансформации.
2. Управленческие технологии.
3. Показатели цифровой трансформации.
4. Инструменты поддержки цифровой трансформации.

Таким образом, в ТДК должны быть обобщены данные, полученные в предыдущие годы, и дополнительно предложены инструменты поддержки цифровой трансформации на каждом ее этапе, которые позволят ускорить переход от одного этапа к другому. В сельском хозяйстве цифровая трансформация имеет ряд особенностей, которые без государственного регулирования не могут быть решены. Это и особенности инфраструктуры для обеспечения доступа к цифровым технологиям, и возможные трудности в освоении новых цифровых компетенций, и многочисленные проблемы с интеграцией данных, в связи с использованием разрозненных систем управления, и финансовые барьеры, обусловленные высокими затратами на цифровое переоснащение, и, конечно, неравномерность уже имеющегося внедрения цифровых технологий в различных регионах страны. Поэтому наличие четкой концепции и плана действий поможет преодолеть существующие проблемы и ускорить процесс цифровой трансформации сельского хозяйства в России

Технологическая дорожная карта — это своеобразная инструкция для руководителей хозяйств [15], которые берут курс на цифровую трансформацию своего предприятия, а также для органов федеральной и региональной власти. Они смогут выбрать наиболее подходящий для себя маршрут в зависимости от целей, которые ставят для предприятий. ТДК должны быть разработаны для ключевых подотраслей сельского хозяйства России: полеводство, овощеводство защищенного грунта, мясное животноводство, молочное животноводство, птицеводство.

На рисунке 6 схематично представлен общий вид ТДК цифровой трансформации сельского хозяйства. Учитывая то, что все предприятия

аграрного сектора в настоящее время находятся на разных этапах цифровой трансформации от использования базовых цифровых инструментов до уже более сложных систем управления и применения искусственного интеллекта, ТДК должна быть плавающая и предполагать старт движения субъекта цифровой трансформации от своей исходной точки.

Правила чтения технологической дорожной карты:

- горизонтальная ось: этапы цифровой трансформации.
- вертикальная ось: временная шкала (годы);
- стрелки и блоки: последовательность и длительность перехода между этапами.

Таким образом, если субъект цифровой трансформации (предприятие, район, область) в 2025 году находится на первом этапе цифровой трансформации, то в 2026 году он уже должен находиться на этапе информатизации и готовить переход на этап автоматизации/роботизации и подойти к шестому этапу цифровой трансформации в 2032 году. Это самый долгий путь к завершению процесса цифровой трансформации, но его этот субъект должен пройти только, переходя последовательно от одного этапа к другому до включения в процессы работы цифровой экосистемы [14]. Если же субъект цифровой трансформации в 2025 году находится на этапе цифровизации, то уже сейчас он должен стать одним из лидеров формирования цифровой экосистемы, чтобы в 2026 году уже уверенно подойти к шестому этапу цифровой трансформации и начать тестиировать и развивать цифровую экосистему в области сельского хозяйства России. Важно отметить, что для движения по ТДК, необходима оценка и определение на каком этапе цифровой трансформации находится каждый субъект, о чем авторы писали в своих предыдущих статьях.

Обсуждение и выводы. Переход между этапами цифровой трансформации возможен при выполнении комплекса необходимых и достаточных условий, которые целесообразно разделять на качественные и количественные.

Качественные условия включают внедрение критически важных для следующего этапа технологий (например, датчиков для перехода от автоматизации к оцифровке), наличие управленческих компетенций и подготовленных кадров. В технологической дорожной карте

хозяйства/региона/страны должен быть определен перечень конкретных критических технологий, внедрение которых позволит перейти на следующий этап. На уровне страны/региона в структуру ТДК также могут быть включены приоритетные направления НИОКР, направленные на разработку и коммерциализацию цифровых технологий. В случае больших агрохолдингов это может быть применено и к ним, при наличии собственных R&D отделов. Концентрация ресурсов на конкретных направлениях научно-технологического развития сельскохозяйственного производства обеспечивает эффективность их использования и достижение необходимого уровня производительности труда [14].

Количественные условия представляют собой пороговые значения ключевых показателей, подтверждающие готовность к переходу. К ним относятся, например, целевые значения роста производительности труда (10-15% в год), уровня использования специального ПО или полноты цифровых профилей. Наличие системы таких показателей было разработано авторами ранее [2] и является диагностическим инструментом для принятия решения о переходе на новый этап.

Также необходима оценка стоимости ресурсов для перехода на новый этап цифровой трансформации, которая включает в себя затраты на приобретение, внедрение и поддержку цифровых технологий и затраты на обучение персонала и привлечение в случае необходимости новых сотрудников.

Технологические дорожные карты служат эффективным инструментом как для отдельных сельскохозяйственных товаропроизводителей, так и для отрасли в целом, на пути к цифровой трансформации и выстраиванию цифровой экосистемы, определяя направления развития и необходимые ресурсы.

Таким образом, несмотря на активное внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство, наблюдается недостаточная эффективность их использования для повышения производительности труда [15]. Это может быть связано с особенностями инфраструктуры сельскохозяйственного производства, нехваткой квалифицированных кадров и трудностями в освоении новых цифровых компетенций, проблемами с интеграцией данных и неравномерностью внедрения цифровых технологий в различных регионах страны.



Рисунок 6. Технологическая дорожная карта цифровой трансформации сельского хозяйства России
Figure 6. Technological roadmap of Russia's agriculture digital transformation





Для успешной цифровой трансформации выходом является применение системно-процессного подхода, который включает в себя не только внедрение технологий, но и пересмотр бизнес-процессов, организационной структуры и взаимодействия между участниками агропромышленного комплекса. Подход, при котором на входе имеется определенный набор цифровых технологий и управленческих решений, а на выходе — принятие управленческих решений, основанных на данных и повышение производительности труда, позволит более эффективно интегрировать эти решения и обеспечивать их максимальную отдачу.

Концентрация усилий для разработки концептуальной модели, позволяющей оптимизировать процессы интеграции цифровых технологий и инноваций в аграрный сектор экономики для повышения его эффективности и устойчивого развития приведет к созданию эффективной и устойчивой аграрной системы. Элементы структуры концептуальной модели при этом должны быть тесно взаимосвязаны между собой, способствуя обмену информацией и оптимизации всех стадий прохождения этапов цифровой трансформации.

Учитывая особенности процесса цифровой трансформации отрасли, наличие четкого плана действий, который должен быть представлен технологической дорожной картой, поможет ускорить процесс цифровой трансформации сельского хозяйства в России. Технологическая дорожная карта будет своеобразной инструкцией для руководителей хозяйств, которые берут курс на цифровую трансформацию своего предприятия, а также для органов федеральной и региональной власти. Но для этого она должна содержать не только четкие этапы внедрения технологий, но и ответственных за выполнение задач и оценку результатов.

Таким образом, концептуальная модель, основанная на системно-процессном подходе и четкой дорожной карте, становится основой для построения теоретико-методологического фундамента цифровой трансформации сельского хозяйства России и инструкцией для обеспечения необходимого роста производительности труда и повышения конкурентоспособности аграрной отрасли на внутреннем и международном рынках.

Список источников

1. Петухова М.С., Агафонова О.В. Теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации сельского хозяйства России: базовые понятия и этапы //

- Аграрный вестник Урала. 2023. № 04 (233). С. 79-89. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-79-89.
2. Агафонова О.В. Оценка уровня цифровой трансформации сельского хозяйства России в контексте поэтапного перехода // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2023. Т. 12. № 3. С. 61-66.
3. Singh K., Kolar P. et al. Digital Agricultural Ecosystem: Revolutionary Advancements in Agriculture. Scrivener Publishing LLC. 2024. Рр. 3-16.
4. Papadopoulos G. et al. Economic and environmental benefits of digital agricultural technologies in crop production: A review // Smart Agricultural Technology. 2024. Vol. 8. p. 100441.
5. Наука, инновации и технологии [Электронный ресурс] // Росстат. <http://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения 10.05.2025).
6. Индикаторы цифровой экономики: 2025: статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.. М.: НИУ ВШЭ, 2025.
7. Еремин С.Г. Цифровые технологии и большие данные в трансформации сельского хозяйства: возможности и проблемы // Аграрная наука. 2025. № 3. С. 160-164.
8. Fielke S., Taylor B., Jakku E. Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. Agricultural Systems. 2020. 180:102763. DOI: 10.1016/j.agrsy.2019.102763.
9. Bekee B., Segovia M.S., Valdivia C. Adoption of smart farm networks: a translational process to inform digital agricultural technologies. Agriculture and Human Values. 2024. Vol. 41. Рр. 1573-1590.
10. Генералов И.Г. Концептуальные основы цифровой трансформации производства зерна // Вестник НГИЭИ. 2024. № 12 (163). С. 91-100.
11. Кодирова А.С. Цифровая трансформация сельского хозяйства: направления «зелёной революции» и управления отраслью // АПК: экономика, управление. 2024. № 6. С. 3-19.
12. Петухова М.С., Мамонов О.В. Теоретические основы формирования новой технологической парадигмы в отрасли растениеводства // АПК: экономика, управление. 2020. № 7. С. 61-68.
13. Tech Roadmap 2024: Business and Developer Strategies for the Future. [Электронный ресурс] // Inclusion. Digital Transformation. <http://inclusioncloud.com/insights/blog/tech-roadmap-2024-business-developers/> (дата обращения 11.05.2025).
14. Петухова М.С., Кокорин А.В. Концептуальная модель цифровой экосистемы в агропромышленном комплексе региона // АПК: экономика, управление. 2022. № 5. С. 13-21. DOI: 10.33305/225-13.
15. Brown, C., Regan, Á. & Van der Burg, S. Farming futures: Perspectives of Irish agricultural stakeholders on data sharing and data governance. Agriculture and Human Values, 2020, Vol. 40, Pp. 565-580.

Информация об авторах:

Петухова Марина Сергеевна, доктор экономических наук, проректор по развитию,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, petuhova_ms@edubiotech.ru

Агафонова Ольга Витальевна, кандидат экономических наук, и.о. директора Института цифровых технологий,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5709-359X>, agafonova@edubiotech.ru

Information about the authors:

Marina S. Petukhova, doctor of economic sciences, vice-rector for development,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, petuhova_ms@edubiotech.ru

Olga V. Agafonova, candidate of economic sciences, acting director of the Institute of digital technologies,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5709-359X>, agafonova@edubiotech.ru

References

1. Petukhova M.S., Agafonova O.V. (2023). Theoretical and methodological foundation of the digital transformation of agriculture in Russia: basic concepts and stages. *Agrarian Bulletin of the Urals*, no. 04 (233), pp. 79-89.
2. Agafonova O.V. (2023). Assessment of the level of digital transformation of agriculture in Russia in the context of a phased transition. *Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies*, vol. 12, no. 3, pp. 61-66.
3. Singh K., Kolar P. et al. (2024). Digital Agricultural Ecosystem: Revolutionary Advancements in Agriculture. Scrivener Publishing LLC, 024, pp. 3-16.
4. Papadopoulos G. et al. (2024). Economic and environmental benefits of digital agricultural technologies in crop production: A review // *Smart Agricultural Technology*. 2024. Vol. 8. p. 100441.
5. Science, innovations and technologies. <http://rosstat.gov.ru/statistics/science>.
6. Indicators of the digital economy: 2025: a statistical collection / V.L. Abashkin, G.I. Abdrahmanova, K.O. Vishnevsky, L.M. Gokhberg et al; National research. Higher School of Economics University, Moscow, HSE, 2025.
7. Eremin S.G. (2025). Digital technologies and big data in the transformation of agriculture: opportunities and problems. *Agrarian Science*, no. 3, pp. 160-164.
8. Fielke S., Taylor B., Jakku E. (2020). Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. *Agricultural Systems*, 180:102763. DOI: 10.1016/j.agrsy.2019.102763.
9. Bekee B., Segovia M.S., Valdivia C. (2024). Adoption of smart farm networks: a translational process to inform digital agricultural technologies. *Agriculture and Human Values*, vol. 41, pp. 1573-1590.
10. Generalov I.G. (2024). Conceptual foundations of the digital transformation of grain production. *Bulletin of the NGIEI*, no. 12 (163), pp. 91-100.
11. Kodirova A.S. (2024). Digital transformation of agriculture: directions of the «green revolution» and industry management. *Agroindustrial complex: economics, management*, no. 6, Pp. 3-19.
12. Petukhova M.S., Mamonov O.V. (2020). Theoretical foundations of the formation of a new technological paradigm in the crop industry. *Agroindustrial complex: economics, management*, no. 7, pp. 61-68.
13. Tech Roadmap 2024: Business and Developer Strategies for the Future. <http://inclusioncloud.com/insights/blog/tech-roadmap-2024-business-developers/>.
14. Petukhova M.S., Kokorin A.V. (2022). Conceptual model of the digital ecosystem in the agro-industrial complex of the region. *Agro-industrial complex: economics, management*, no. 5, pp. 13-21. (In Russ.)
15. Brown, C., Regan, Á. & Van der Burg, S. (2020). Farming futures: Perspectives of Irish agricultural stakeholders on data sharing and data governance. *Agriculture and Human Values*, vol. 40, pp. 565-580.