

Теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации сельского хозяйства России: базовые понятия и этапы

М. С. Петухова^{1✉}, О. В. Агафонова¹

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

✉E-mail: petuhova_ms@nsau.edu.ru

Аннотация. Цель исследования заключается в попытке сформировать теоретико-методологическую базу (фундамент) для цифровой трансформации сельского хозяйства России. В данном исследовании проведена начальная часть работы по формулированию понятийной базы цифровой трансформации. Статья носит теоретический характер. **Методологической базой** исследования выступили процессный и системный подходы. **Научная новизна** заключается в теоретико-методологическом обосновании цифровой трансформации сельского хозяйства России. **Результаты.** Выявлено, что скачкообразный и стихийный характер проводимой в России политики цифровой трансформации отрасли, обусловленный внедрением отдельных цифровых технологий (преимущественно с наименьшим сроком окупаемости) является ключевой проблемой низкого уровня цифровизации сельскохозяйственного производства страны. Для решения данной проблемы предложен комплексный и системный подход, подразумевающий охват всех этапов цифровой трансформации: от спецификации (постановка целей и задач цифровой трансформации) до принятия решений на основе цифровых данных и изменений в бизнес-процессах в рамках единой цифровой экосистемы. На основе этого подхода должен быть разработан теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации в сельском хозяйстве, на котором будут базироваться все разрабатываемые в области цифровой трансформации документы нормативно-правового, стратегического и прогнозного характера. Показано, что теоретико-методологический фундамент включает в себя такие элементы как базовые понятия, этапы, принципы, показатели и методику оценки. Последний элемент крайне важен для поэтапного развития цифровой трансформации, так как с его помощью должна осуществляться оценка уровня выполнения каждого этапа. Полное выполнение предыдущего этапа позволит перейти к следующему.

Ключевые слова: оцифровка, цифровизация, цифровая трансформация, сельское хозяйство, интегральная оценка, цифровая экосистема.

Для цитирования: 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.

Дата поступления статьи: 17.01.2023, **дата рецензирования:** 15.02.2023, **дата принятия:** 27.02.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Как показывают исследования [1], российское сельское хозяйство приближается к своему пределу экстенсивного расширения производства, в связи с чем для сохранения конкурентных позиций отечественной сельскохозяйственной продукции на мировых рынках необходимо увеличение производительности труда и сокращение себестоимости продукции. Одновременное достижение этих двух целей возможно при внедрении цифровых технологий в отрасль и ее цифровой трансформации. Цифровые технологии позволяют сократить себестоимость продукции на 20–30 % и увеличить производительность труда в 2 раза. Несмотря на эффективность технологий, цифровой трансформации

сельского хозяйства России препятствует проблема отсутствия комплексного понимания ее сути, а также ее методологических основ. В связи с этим цифровая трансформация отрасли осуществляется стихийно и скачкообразно [2].

В большинстве случаев, в частности в статистике, цифровым считается хозяйство, которое использует только один ее элемент: компьютерное зрение, систему параллельного вождения и др. Однако решения в этом хозяйстве принимаются, как и прежде, без участия искусственного интеллекта, и цифровые технологии в таком случае не способны в полной мере раскрыть свой потенциал и помочь увеличить эффективность производства. И аналогичная ситуация наблюдается во многих сельхозор-

ганизациях России. В итоге вложенные в цифровые технологии средства не окупаются.

Аналогичная проблема возникает при оценке уровня цифровой трансформации. В настоящее время в России для оценки используются следующие показатели: затраты на внедрение и использование цифровых технологий; количество организаций, использующих цифровые технологии. Однако эти показатели не отражают в полной мере даже уровень цифровизации отрасли, не говоря уже об уровне цифровой трансформации. Таким образом, необходимо построение теоретико-методологического фундамента для цифровой трансформации сельского хозяйства России.

Методология и методы исследования (Methods)

В основе исследования находятся процессный подход, определяющий цифровую трансформацию в сельском хозяйстве как совокупность взаимосвя-

занных бизнес-процессов, а также системный подход, рассматривающий цифровую трансформацию как систему. Методологической базой исследования выступила совокупность общенаучных и частнонаучных методов, среди которых монографический метод, описание и классификация, анализ и синтез и другие методы.

Результаты (Results)

Теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации в сельском хозяйстве – это совокупность методов, инструментов и принципов, составляющих основу цифровой трансформации в отрасли, с помощью которых появляется возможность для дальнейшей разработки стратегических и нормативно-правовых документов с целью обеспечения комплексной цифровой трансформации сельскохозяйственного производства России (рис. 1).

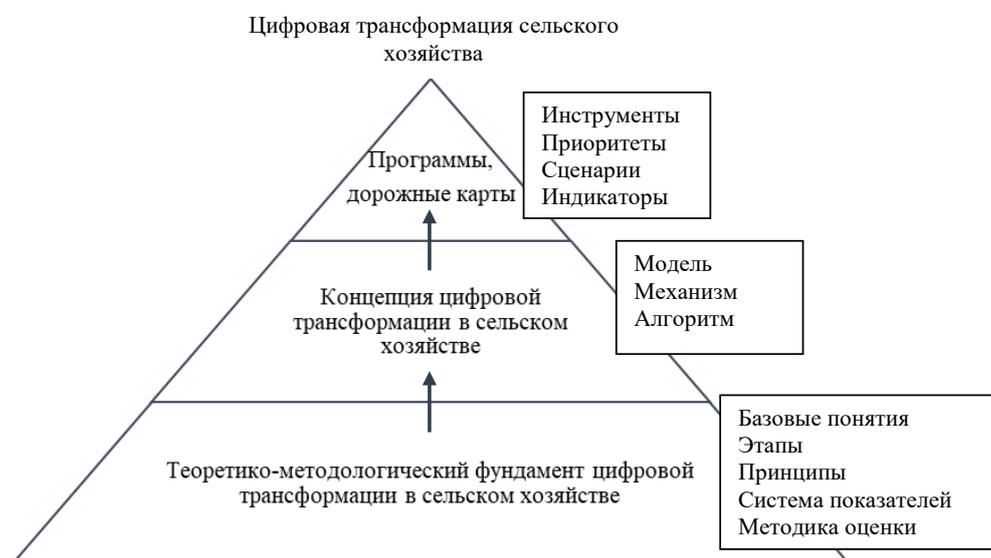


Рис. 1. Место теоретико-методологического фундамента в процессе цифровой трансформации отрасли

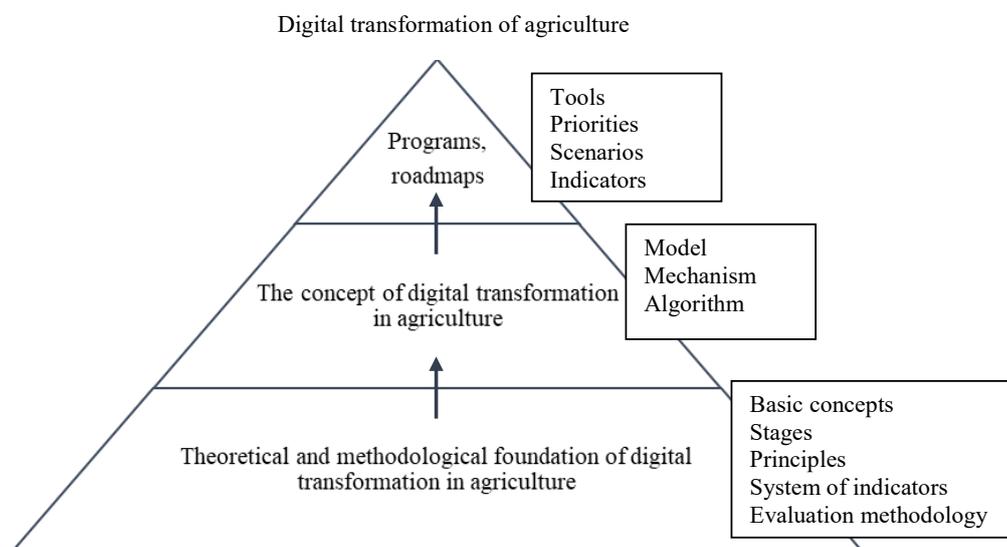


Fig. 1. The place of the theoretical and methodological foundation in the process of digital transformation of the industry

Ключевыми элементами теоретико-методологического фундамента цифровой трансформации отрасли выступают базовые понятия, этапы, принципы, система показателей и методика оценки. Определение вышеперечисленного позволит перейти к разработке концепции, содержащей в себе модель, алгоритм и механизм цифровой трансформации, а на ее основе – и к созданию программ, дорожных карт и других документов нормативно-правового, прогнозного и стратегического характера.

В данном исследовании мы остановимся на попытке построить теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации в сельском хозяйстве.

Решению вопросов внедрения современных цифровых технологий в отрасль сельского хозяйства в последние годы посвящено достаточно много трудов [3–10]. Это научно-исследовательские работы российских и зарубежных ученых, посвященные теоретическим и методическим аспектам использования цифровых технологий в агропромышленном комплексе. Помимо этого, разработан проект Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Цифровое сельское хозяйство», необходимый для внедрения национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством и обеспечения технологического прорыва в отрасли; и различные проекты, такие как «Рейтинг цифровой зрелости АПК», инициаторами которого выступили хозяйства, лидеры аграрной отрасли России, где одной из их главных задач является комплексная оценка уровня цифровизации по категориям хозяйств, субъектам РФ, категориям цифровых решений, что, безусловно, говорит об актуальности поднятых нами научных задач. Однако до сих пор в нашей стране отсутствует комплексная и единая концепция цифровой трансформации сельского хозяйства. В результате эффективность внедряемых цифровых решений остается довольно низкой, обеспечивая рост рентабельности производства на 5–10 %, в то время как потенциал цифровых технологий позволяет ее увеличить до 40 %.

Многие авторы также говорят о необходимости комплексного подхода к цифровой трансформации. Например, В. М. Шуганов отмечает, что «обеспечение комплексного подхода для развития современного аграрного производства, основанного на использовании менеджмента в сфере АПК, применении технологий постоянного мониторинга за культурами, измерения различных показателей и оперативного реагирования, будет способствовать значительному увеличению объемов и качества сельскохозяйственной продукции» [8].

Среди зарубежных исследований интерес вызывает статья E. D. Lioutas и M. De Rosa под названием Digitalization of agriculture: A way to solve the food problem or a trolley dilemma? В ней представлены

опасения о том, что цифровизация сельского хозяйства может привести к усилению социальных, этических, политических, культурных и экологических проблем, а также указано на необходимость разработки новых траекторий для цифровой сельскохозяйственной революции, которые обеспечат увеличение производства продовольствия без серьезных негативных последствий [11]. В статье J. Ingram и D. Maue в качестве трех столпов цифрового сельского хозяйства выделены робототехника, датчики и платформы анализа больших данных [12]. J. MacPherson с соавторами указали, что цифровые технологии способны обеспечить устойчивое сельское хозяйство в будущем. Кроме того, авторами отмечено, что законодательство в том виде, в каком оно применяется к цифровому сельскому хозяйству, появляется, но сильно фрагментировано [13].

В России среди научного сообщества также активно обсуждается внедрение и использование современных технологий цифровизации сельского хозяйства, проводится анализ цифрового развития, исследуются перспективы цифрового прорыва. Есть научные результаты в области цифровой трансформации и растениеводства, и животноводства. Например, Н. В. Погребная и др. под цифровой трансформацией сельского хозяйства понимают изменения с применением цифровых технологий и их интеграцией во все сферы сельского хозяйства. В качестве основных показателей для оценки уровня цифровой трансформации отрасли предложены доля покрытия различными технологиями связи земель сельхозназначения; количество (объем) сельхозпродукции, проданной на электронных площадках; доля предприятий АПК, использующих технологии интернета вещей, точного земледелия, «цифрового стада», «умных теплиц» [6]. В. В. Годин с коллегами считают, что цифровые технологии предоставляют новые возможности для диверсификации ферм. В публикации этих авторов «Сельское хозяйство в цифровую эпоху: вызовы и решения» указано, что цифровая трансформация как переход агрокомпаний к цифровому бизнесу будет происходить через изменение стратегии, бизнес-модели и культуры компании, внедрение новых информационных технологий, расширяющих границы этой компании и позволяющих формировать ей свою экосистему [5]. В статье Н. Н. Сологуб и др. показано, что «массовому распространению цифровых технологий в сельскохозяйственное производство поможет новая аграрная технологическая политика Российской Федерации, предусматривающая увеличение соответствующей финансовой господдержки и упрощение процесса получения субсидий, в том числе через электронные сервисы государственных услуг» [7]. В статье Н. А. Андришечкиной и Л. В. Мусихиной цифровая трансформация ассоциируется со «второй зеленой революцией» [4].

Российские и зарубежные исследователи уделяют большое внимание вопросам цифровой трансформации и цифровизации сельского хозяйства. Однако все работы рассматривают этот процесс с совершенно разных сторон, в результате не получается выстроить единую концепцию цифровой трансформации отрасли. Как отмечают исследователи Высшей школы экономики, «размытость» содержания понятия «цифровая трансформация» усугубляется еще и тем, что оно характеризует сравнительно новые, в значительной мере еще не изученные и очень динамичные явления [2].

На основе проведенного исследования авторами сформулировано следующее определение: *цифровая трансформация сельского хозяйства* – это принципиальное, непрерывное и качественное изменение бизнес-процессов организации (производственных, вспомогательных и управленческих) посредством цифровых технологий, направленное на создание условий для интеллектуального принятия управленческих решений.

Видим, что уже не оспаривается оказание непосредственного влияния цифровизации на повышение производительности труда и сокращение себестоимости продукции. Эффективность внедрения современных цифровых технологий в отрасль сельского хозяйства приобретает стратегическое значение для дальнейшего развития национальной экономики Российской Федерации. На удовлетво-

рение потребностей современности направлено достаточно много усилий, но остаются и нерешенные проблемы, которые мешают окончательной цифровой трансформации отрасли. Это отсутствие готовности и мотивации организаций к масштабным изменениям, отсутствие финансовых возможностей у большинства сельхозорганизаций, недостаток IT-специалистов, обладающих глубокими знаниями в сельскохозяйственной отрасли, зависимость от зарубежных технологий, низкий уровень существующей цифровизации сельскохозяйственных организаций, ориентация современных поставщиков цифровых технологий в большинстве случаев на крупные организации (агрохолдинги) и отсутствие интегрального показателя оценки цифровой трансформации отрасли. При недостаточной активности и отсутствии совокупного участия научного, бизнес-сообщества и государства в этом направлении решение проблем будет отодвигаться на очень долгий период.

Цифровая трансформация должна рассматриваться не как конечный результат развития производства, а как сложная комплексная система поэтапных преобразований производства, необходимых для перехода отрасли на новый уровень развития – шестой технологический уклад.

Авторами предложены следующие этапы цифровой трансформации сельского хозяйства (рис. 2):

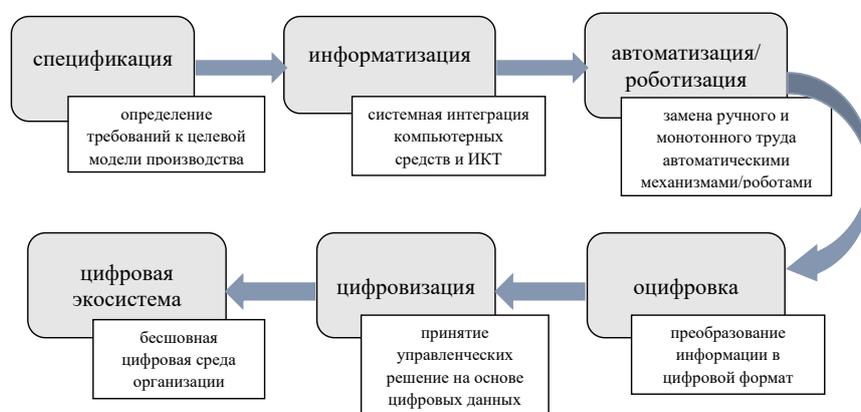


Рис. 2. Этапы цифровой трансформации сельского хозяйства

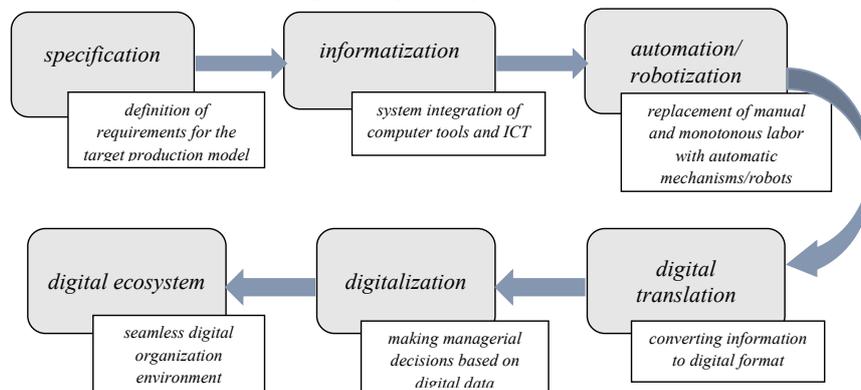


Fig. 2. Stages of digital transformation of agriculture

Спецификация – этап, на котором определяется целевая модель производства либо отрасли в целом (объекта), включая требования к этой модели, цели, задачи. На этом этапе утверждаются состав модели, детальная последовательность исполнения мероприятий по цифровой трансформации, требования к субъектам сельскохозяйственного производства, ответственность, обеспечение необходимыми ресурсами для ее полной реализации, условия совместного участия научного и бизнес-сообщества, действия при возможных отклонениях от поставленных задач. Здесь же определяется методика оценки состояния каждого субъекта и оценки его дальнейшей цифровой трансформации. Спецификация является основой внутреннего контроля качества. Это важный этап цифровой трансформации, требующий четкого представления будущего образа объекта. Спецификация должна быть разработана на каждом уровне модели производства и отрасли в целом и сведена в документ, отражающий единую концепцию цифровой трансформации отрасли.

Информатизация – промежуточный этап, на протяжении которого осуществляется системная интеграция компьютерных средств и информационно-компьютерных технологий сельскохозяйствен-

ного производства. На этом этапе мобилизуются организационный, социально-экономический и научно-технический процессы создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей в сфере сельскохозяйственного производства на основе формирования и использования информационных ресурсов. Также осуществляются сбор информации (сведений, данных) о текущем состоянии производственных процессов, ее перевод в цифровой вид. Производится первая оценка после старта реализации комплексной системы поэтапных преобразований.

Автоматизация/роботизация – появление в производственном процессе специализированного программного обеспечения (ПО), направленного на выполнение ручной и монотонной работы вместо человека, рутинных, схематизированных и часто повторяющихся процессов. Одна из функций такого ПО заключается в сборе и обработке данных. Значимым элементом становится разработка новых технологий, основанных на инновационном развитии и создающих комфортную среду для реализации задач АПК. Этап характеризуется ростом качества и исключением намеренных и ненамеренных ошибок на каждом уровне производства.

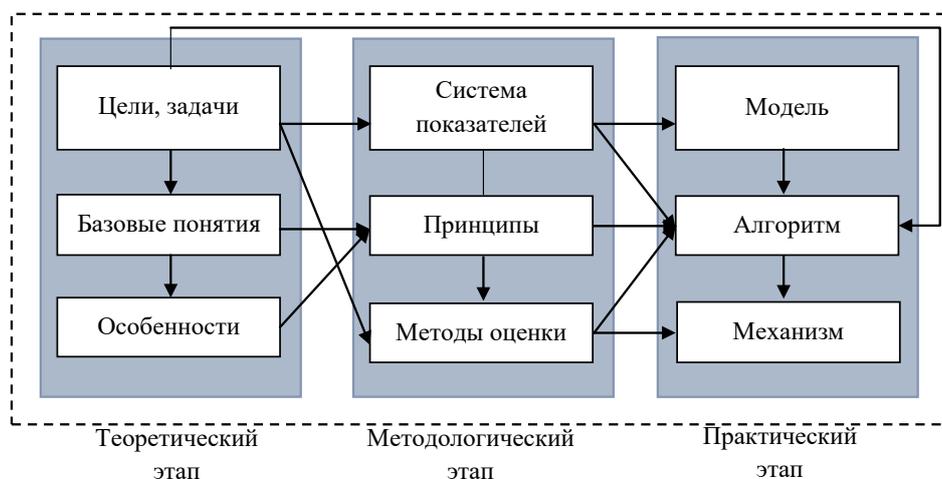


Рис. 3. Карта взаимосвязей концепции цифровой трансформации сельского хозяйства России

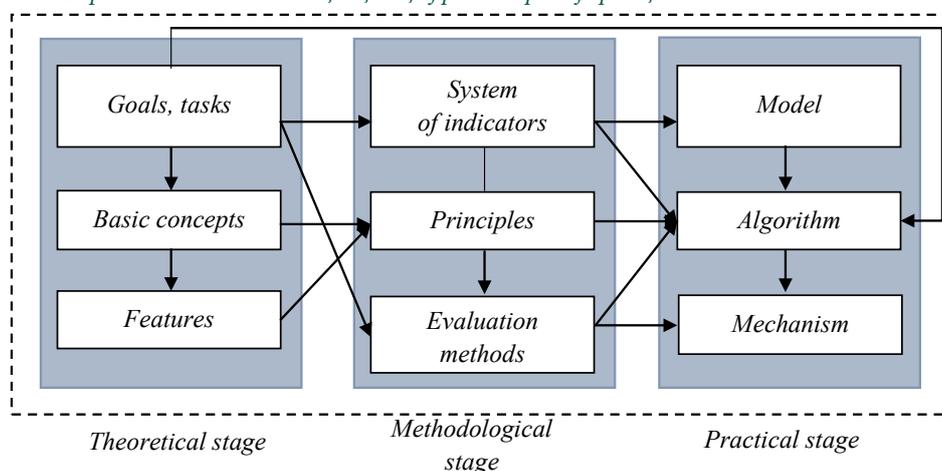


Fig. 3. Map of interrelations of the concept of digital transformation of agriculture in Russia

Оцифровка – процесс преобразования всей информации, находящейся в объекте, в цифровой формат при помощи новых цифровых технологий, решений, процессов. Это позволяет построить виртуальную модель объекта цифровой трансформации, позволяющую комплексно оценивать текущее и прогнозировать будущее его состояние.

Цифровизация – этап цифровой трансформации, на котором принятие управленческих решений происходит на основе цифровых данных. Этап направлен на увеличение эффективности производства за счет вовлечения искусственного интеллекта на каждом уровне модели производства и отрасли в целом. Рост процента выполнения этого этапа цифровой трансформации приблизит к максимуму эффективность от внедрения мероприятий по модернизации АПК.

Цифровая экосистема – конечный этап цифровой трансформации [14], который предполагает создание бесшовной цифровой среды в отрасли. При соблюдении всех условий предыдущих этапов, предусмотренных при спецификации, цифровая экосистема – неизбежный качественный результат цифровой трансформации АПК. Это итог реализации концептуальной модели цифровой трансформации сельского хозяйства России, инструмент принципиального изменения управления как технологическими процессами, так и процессами принятия решений на всех уровнях иерархии в АПК. Это ступень в новую реальность – изменение форм существования и реализация задач АПК на принципиально новом уровне, предполагающем мощный экономический рост в аграрном секторе.

Переход на следующий этап цифровой трансформации возможен только после полного завершения предыдущего, т. е. достижения максимального значения показателя оценки. Таким образом, здесь возникает потребность в оценке степени достижения данного показателя на каждом этапе цифровой трансформации отрасли. Кроме того, необходима интегральная оценка уровня цифровой трансформации сельского хозяйства, которая будет объективно отражать изменения, происходящие в процессе принятия решений в отрасли и повышения эффективности производства. Интегральная оценка позволит понять, на каком уровне цифровой трансформации находится отрасль в целом или отдельное хозяйство в настоящее время и какие шаги необходимо принять для его полной цифровой трансформации.

Переход на следующий этап цифровой трансформации обусловлен как количественными, так и качественными условиями. Под последними понимаются технологии, исследования и разработки, знания и навыки, критически важные для цифровой трансформации отрасли. Внедрение технологий на-

ряду с различными управленческими мероприятиями должно позволить осуществлять переход от одного этапа цифровой трансформации к другому.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Разработанный теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации отрасли является сложной и взаимосвязанной системой базовых понятий, принципов, показателей и методик оценки, позволяющей создать концептуальную схему будущей цифровой трансформации отрасли (рис. 3) и в дальнейшем стать основой для разработки документов стратегического, прогнозного и нормативно-правового характера. Все это образует единый контур, дающий возможность обеспечить комплексную цифровую трансформацию сельского хозяйства России.

Концептуальная модель цифровой трансформации сельского хозяйства России должна определять ее структуру, свойства элементов и причинно-следственные связи, а также цели и задачи цифровой трансформации отрасли, интегральный показатель оценки ее уровня. С помощью разработанного теоретико-методологического фундамента появится возможность создания модели и алгоритма цифровой трансформации, а также ее механизмов.

Таким образом, ключевая задача цифровой трансформации сельского хозяйства заключается не столько во внедрении цифровых технологий, сколько в извлечении ценности из полученных цифровых данных в форме интеллектуального принятия управленческих решений. Облачные платформы, решения для обработки больших данных, технологии предиктивной аналитики и системы принятия решений в данном случае выступают лишь инструментом для оптимизации бизнес-процессов в сельскохозяйственном производстве. По данным World Government Summit, к 2050 г. средняя ферма будет генерировать 4,1 млн ед. данных [2], анализ и использование которых сделает сельское хозяйство точным и «умным».

На рис. 4 схематично представлен алгоритм цифровой трансформации сельского хозяйства России, осуществляемый на основе вышеизложенной концепции. Полная цифровая трансформация сельского хозяйства может быть достигнута только при реализации предложенной в данном исследовании концепции. Важно на каждом этапе цифровой трансформации осуществлять ее оценку и на ее основе уже принимать решения по дальнейшим действиям, направленным на переход к новому этапу цифровой трансформации. Переход на этап «цифровая экосистема» позволит в хозяйстве осуществлять интеллектуальное принятие управленческих решений, что означает переход к «умному» сельскому хозяйству.

В качестве основных рисков цифровой трансформации сельского хозяйства России стоит отметить низкий уровень интернет-покрытия на сельских территориях; неспособность малых форм хозяйствования (доля которых в валовом продукте около 40 %) обеспечить комплексную цифровую трансформацию производства из-за недостатка финансовых и управленческих ресурсов, инфраструктурной неразвитости и отсутствия цифровых компетенций; а также недостаточность нормативно-правового регулирования некоторых аспектов цифровой трансформации, в частности, касающихся доступа к данным хозяйств.

В заключение данного теоретического исследования можно сформулировать следующие выводы:

1) в настоящее время цифровая трансформация в сельском хозяйстве России сводится к цифровизации отдельных бизнес-процессов (мониторинг сельхозугодий, контроль благополучия животных, прогноз урожайности и др.). Такая ситуация не позволяет в полной мере раскрыть потенциал циф-

ровых технологий, позволяющих до 30 % снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции и повысить производительность труда. Скачкообразный и стихийный характер проводимой политики цифровой трансформации отрасли, обусловленный внедрением отдельных цифровых технологий (преимущественно с наименьшим сроком окупаемости), является ключевой проблемой низкого уровня цифровизации сельскохозяйственного производства России;

2) цифровая трансформация отрасли должна осуществляться комплексно и затрагивать все элементы цепочки создания стоимости. Для этого требуется единый теоретико-методологический фундамент, на котором будут базироваться все разрабатываемые в области цифровой трансформации документы нормативно-правового, стратегического и прогнозного характера. В настоящее время само понятие цифровой трансформации представлено размыто и неопределенно;

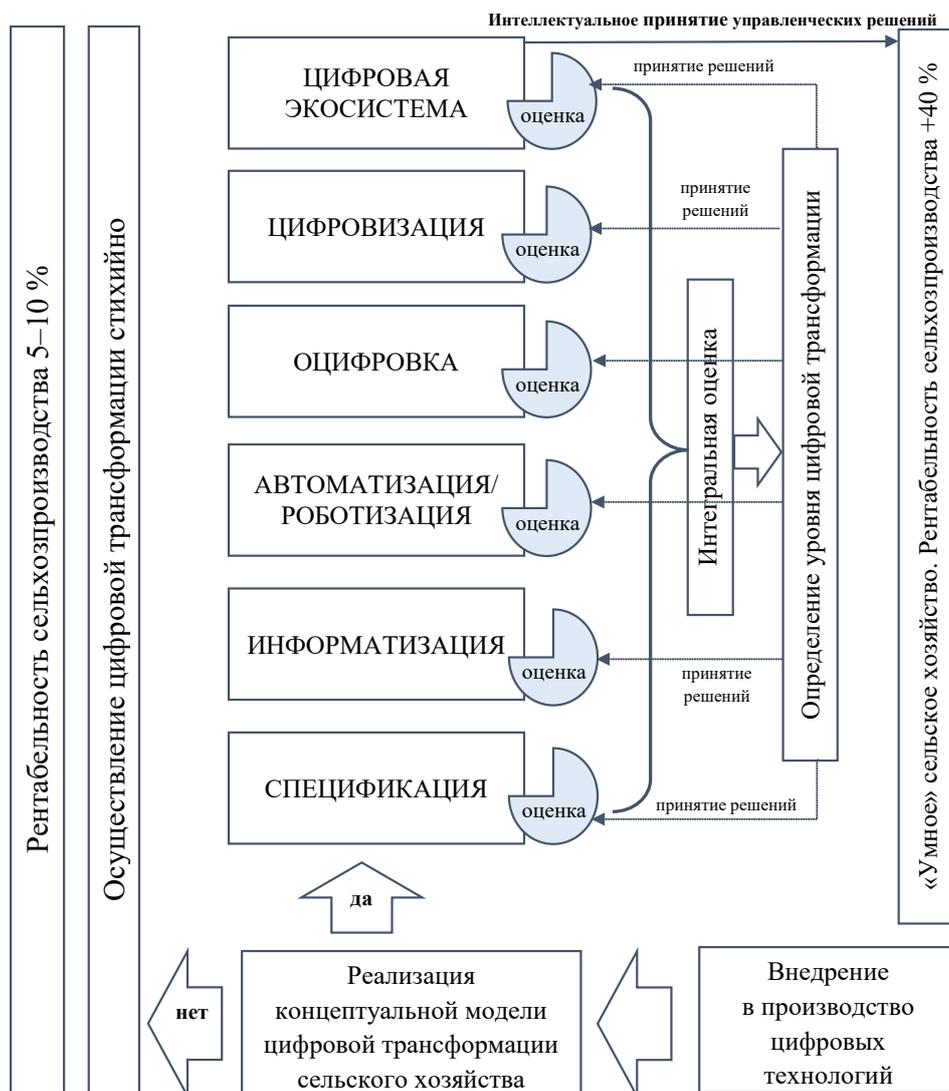


Рис. 4. Алгоритм цифровой трансформации сельского хозяйства России

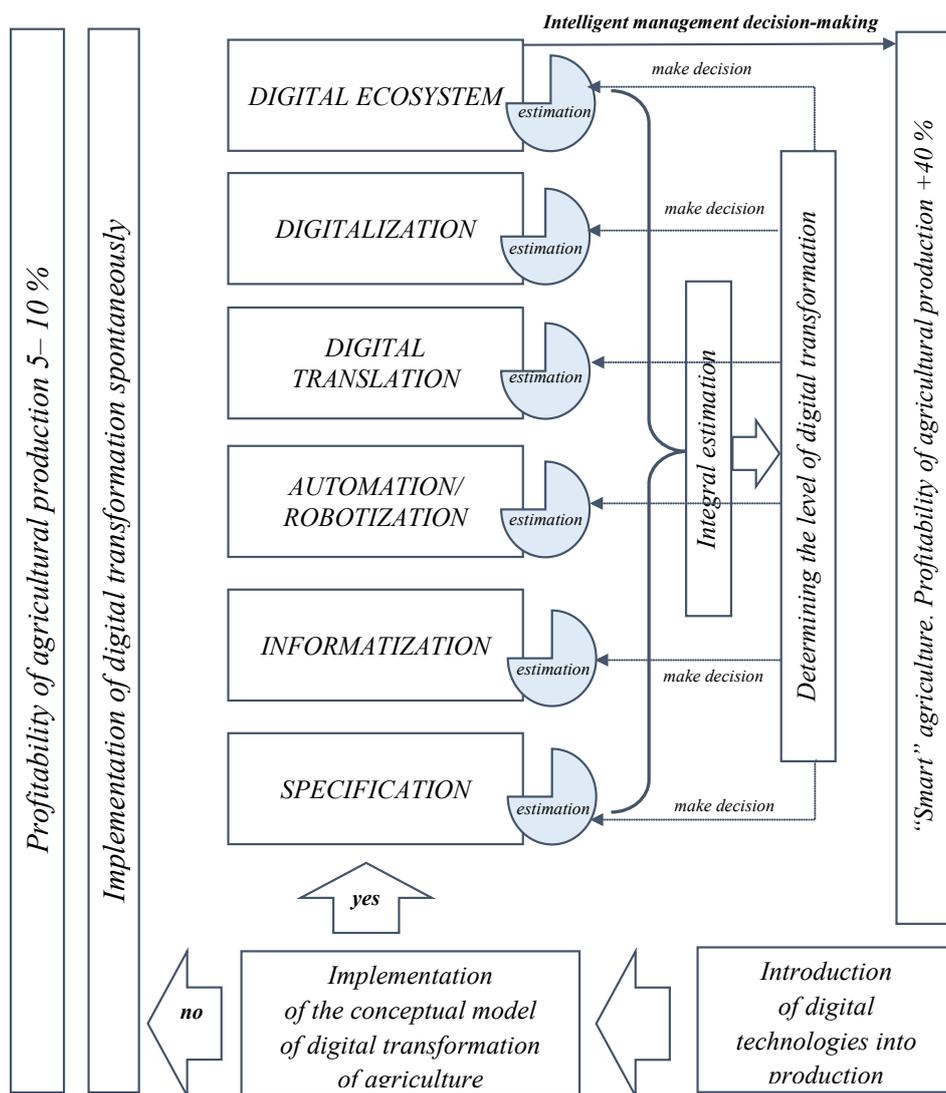


Fig. 4. The mechanism of digital transformation of agriculture in Russia

3) цифровая трансформация – это не конечный результат развития производства, а сложная комплексная система поэтапных преобразований производства, необходимых для перехода отрасли на новый уровень развития – шестой технологический уклад. Авторами выделены следующие этапы: спецификация, информатизация, автоматизация/роботизация, оцифровка, цифровизация, цифровая экосистема. Комплексная цифровая трансформация в сельском хозяйстве возможна лишь в результате последовательного перехода от предыдущего этапа к следующему.

Цифровая трансформация – это центральный элемент шестого технологического уклада, переход к которому происходит в настоящее время [15].

Однако она затрагивает не только технологическое развитие, но и появление новых моделей экономического роста, бизнес-моделей, социальные институты. Цифровая трансформация – это сложный системный процесс, к реализации которого необходима тщательная и комплексная подготовка, в том числе теоретическая и методологическая.

В дальнейших исследованиях авторами будет продолжена работа по выстраиванию теоретико-методологического фундамента цифровой трансформации сельского хозяйства России в части определения принципов, системы показателей и разработки методики оценки уровня цифровой трансформации.

Библиографический список

1. Гайсин Р. С. Предел технологической эволюции сельского хозяйства и возможность его преодоления // ПСЭ. 2014. № 4 (52). С. 41-45.
2. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества / Г. И. Абдрахманова,

К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг [и др.]. Москва: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 239 с.

3. Алтухов А. И., Дудин М. Н., Анищенко А. Н. Глобальная цифровизация как организационно-экономическая основа инновационного развития агропромышленного комплекса РФ // Проблемы рыночной экономики. 2019. № 2. С. 17–27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27.

4. Андрущечкина Н. А., Мусихина Л. В. Интернет вещей в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Научно-технический вестник: технические системы в АПК. 2020. № 1 (6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 11.01.2023).

5. Годин В. В., Белоусова М. Н., Белоусов В. А., Терехова А. Е. Сельское хозяйство в цифровую эпоху: вызовы и решения // E-Management. 2020. № 1. С. 4–15. DOI: 10.26425/2658-3445-2020-1-4-15.

6. Погребная Н. В., Барышева Д. Н., Ламазян Л. С., Плаксий В. В. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве: проблемы и перспективы // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 9-1. С. 118–123. DOI: 10.17513/vaael.2401.

7. Сологуб Н. Н., Уланова О. И., Остробородова Н. И., Остробородова Д. А. Проблемы и перспективы цифровых технологий в сельском хозяйстве // МСХ. 2021. № 4. С. 28–30. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-4-28-30.

8. Шуганов В. М. Основные направления развития цифровизации сельского хозяйства // Известия КБНЦ РАН. 2021. № 2 (100). С. 77–81. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-77-85.

9. Камнева В. В. Цифровая экономика, цифровизация и цифровая трансформация // Скиф. 2020. № 2 (42). С. 377–381.

10. Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы / Под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 807 с.

11. Lioutas E. D., Charatsari C., De Rosa M. Digitalization of agriculture: A way to solve the food problem or a trolley dilemma? // Technology in Society. 2021. Vol. 67 (1). Article number 101744. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101744.

12. Ingram J., Maye D. What Are the Implications of Digitalisation for Agricultural Knowledge? // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2020. Vol. 4. No. 66. DOI: 10.3389/fsufs.2020.00066.

13. MacPherson J., Voglhuber-Slavinsky A., Olbrisch M., Schöbel P., Dönitz E., Mouratiadou I., Helming K. Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals. A review // Agronomy for Sustainable Development. 2022. Vol. 42 (4). Article number 70. DOI: 10.1007/s13593-022-00792-6.

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. Петухова М. С., Кокорин А. В. Зарубежный опыт цифровизации экономики сельского хозяйства // Цифровизация отраслей АПК: опыт, проблемы, пути решения: материалы Международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2022. С. 95–105.

Об авторах:

Марина Сергеевна Петухова¹, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0133-2851, AuthorID 768977; +7 923 106-12-80, petuhova_ms@nsau.edu.ru

Ольга Витальевна Агафонова¹, кандидат экономических наук, заведующая кафедрой информационных технологий и моделирования, ORCID 0000-0002-5709-359X, AuthorID 1048368; +7 913 740-25-99, agafonovaov@nsau.edu.ru

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Theoretical and methodological foundation of the digital transformation of agriculture in Russia: basic concepts and stages

M. S. Petukhova^{1✉}, O. V. Agafonova¹

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

✉E-mail: petuhova_ms@nsau.edu.ru

Abstract. The purpose of the study is to try to form a theoretical and methodological basis (foundation) for the digital transformation of agriculture in Russia. In this study, the initial part of the work on the formulation of the

conceptual framework of digital transformation is carried out. The article is theoretical in nature. **The methodological basis** of the study was the process and system approaches. **The scientific novelty** lies in the theoretical and methodological justification of the digital transformation of agriculture in Russia. **Results.** It is revealed that the abrupt and spontaneous nature of the policy of digital transformation of the industry carried out in Russia, due to the introduction of certain digital technologies (mainly with the shortest payback period), is a key problem of the low level of digitalization of agricultural production in the country. To solve this problem, a comprehensive and systematic approach is proposed, implying coverage of all stages of digital transformation: from specification (setting goals and objectives of digital transformation) to decision-making based on digital data and changes in business processes within a single digital ecosystem. Based on this approach, a theoretical and methodological foundation for digital transformation in agriculture should be developed, on which all regulatory, strategic and forecast documents developed in the field of digital transformation will be based. It is shown that the theoretical and methodological foundation includes such elements as basic concepts, stages, principles, indicators and evaluation methodology. The last element is extremely important for the gradual development of digital transformation, since it should be used to assess the level of implementation of each stage. Complete completion of the previous stage will allow you to move on to the next one.

Keywords: digitization, digitalization, digital transformation, agriculture, integrated assessment, digital ecosystem.

For citation: Petukhova M. S., Agafonova O. V. Teoretiko-metodologicheskiy fundament tsifrovoy transformatsii sel'skogo khozyaystva Rossii: bazovye ponyztiya y etapy [Theoretical and methodological foundation of the digital transformation of agriculture in Russia: basic concepts and stages] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 04 (233). Pp. 79–89. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-79-89. (In Russian.)

Date of paper submission: 17.01.2023, **date of review:** 15.02.2023, **date of acceptance:** 27.02.2023.

References

1. Gaysin R. S. Predel tekhnologicheskoy evolyutsii sel'skogo khozyaystva i vozmozhnost' ego preodoleniya [The limit of technological evolution of agriculture and the possibility of overcoming it] // Problemy sovremennoy ekonomiki. 2014. No. 4 (52). Pp. 41–45. (In Russian.)
2. Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovye usloviya i priority: doklad k XXII Aprel'skoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva [Digital transformation of industries: starting conditions and priorities] / G. I. Abdrakhmanova, K. B. Bykhovskiy, N. N. Veselitskaya, K. O. Vishnevskiy, L. M. Gokhberg et al. Moscow: Izd. dom Vyshey shkoly ekonomiki, 2021. 239 p. (In Russian.)
3. Altukhov A. I., Dudin M. N., Anishchenko A. N. Global'naya tsifrovizatsiya kak organizatsionno-ekonomicheskaya osnova innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa RF [Global digitalization as an organizational and economic basis for innovative development of the agro-industrial complex of the RF] // Market economy problems. 2019. No. 2. Pp. 17–27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27. (In Russian.)
4. Andryushechkina N. A., Musikhina L. V. Internet veshchey v sel'skom khozyaystve [e-resource] // Nauchno-tekhnicheskii vestnik: tekhnicheskie sistemy v APK. 2020. № 1 (6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-v-selskom-hozyaystve> (date of reference: 11.01.2023). (In Russian.)
5. Godin V. V., Belousova M. N., Belousov V. A., Terekhova A. E. Sel'skoe khozyaystvo v tsifrovuyu epokhu: vyzovy i resheniya [Agriculture in the digital age: challenges and solutions] // E-Management. 2020. No. 1. Pp. 4–15. DOI: 10.26425/2658-3445-2020-1-4-15. (In Russian.)
6. Pogrebnaya N. V., Barysheva D. N., Lamazyan L. S., Plakhsy V. V. Tsifrovaya transformatsiya v sel'skom khozyaystve: problemy i perspektivy [Digital transformation in agriculture: problems and prospects] // Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava. 2022. No. 9-1. Pp. 118–123. DOI: 10.17513/vael.2401. (In Russian.)
7. Sologub N. N., Ulanova O. I., Ostroborodova N. I., Ostroborodova D. A. Problemy i perspektivy tsifrovyykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve [Problems and prospects of digital technologies in agriculture] // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. 2021. No. 4. Pp. 28–30. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-4-28-30. (In Russian.)
8. Shuganov V. M. Osnovnye napravleniya razvitiya tsifrovizatsii sel'skogo khozyaystva [The main directions of development of digitalization of agriculture] // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2021. No. 2 (100). Pp. 77–81. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-77-85. (In Russian.)
9. Kamneva V. V. Tsifrovaya ekonomika, tsifrovizatsiya i tsifrovaya transformatsiya [Digital economy, digitalization and digital transformation] // Skif. 2020. No. 2 (42). Pp. 377–381. (In Russian.)
10. Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti: problemy i perspektivy [Digital transformation of economy and industry: problems and prospects] / Under the editorship of doctor of economic sciences, professor A. V. Babkin. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2017. 807 p. (In Russian.)

11. Lioutas E. D., Charatsari C., De Rosa M. Digitalization of agriculture: A way to solve the food problem or a trolley dilemma? // *Technology in Society*. 2021. Vol. 67 (1). Article number 101744. DOI: 10.1016/j.tech-soc.2021.101744.
12. Ingram J., Maye D. What Are the Implications of Digitalisation for Agricultural Knowledge? // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4. Article number 66. DOI: 10.3389/fsufs.2020.00066.
13. MacPherson J., Voglhuber-Slavinsky A., Olbrisch M., Schöbel P., Dönitz E., Mouratiadou I., Helming K. Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals. A review // *Agronomy for Sustainable Development*. 2022. Vol. 42 (4). Article number 70. DOI: 10.1007 / s13593-022-00792-6.
14. Petukhova M. S., Kokorin A. V. Kontseptual'naya model' tsifrovoy ekosistemy v agropromyshlennom komplekse regiona [Conceptual model of the digital ecosystem in the agro-industrial complex of the region] // *AIC: economics, management*. 2022. No. 5. Pp. 13–21. DOI 10.33305/225-13. (In Russian.)
15. Petukhova M. S., Kokorin A. V. Zarubezhnyy opyt tsifrovizatsii ekonomiki sel'skogo khozyaystva [Foreign experience of digitalization of the agricultural economy] // *Tsifrovizatsiya otrasley APK: opyt, problemy, puti resheniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Novosibirsk, 2022. Pp. 95–105. (In Russian.)

Authors' information:

Marina S. Petukhova, doctor of economic sciences, leading researcher, ORCID 0000-0003-0133-2851, AuthorID 768977; +7 923 106-12-80, petuhova_ms@nsau.edu.ru

Olga V. Agafonova, candidate of economic sciences, head of the department of information technology and modeling, ORCID 0000-0002-5709-359X, AuthorID 1048368; +7 913 740-25-99, agafonovaov@nsau.edu.ru

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia