

УДК 332.025, 332.63

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-390-01-140-153

О.В. Пивоварова ✉

С.Л. Орлов

А.А. Хачатрян

*Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия*

✉ ovpivovarova@fa.ru

Поступила в редакцию: 09.07.2024

Одобрена после рецензирования: 12.12.2024

Принята к публикации: 27.12.2024

© Пивоварова О.В., Орлов С.Л.,
Хачатрян А.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-390-01-140-153

Olga V. Pivovarova ✉

Sergey L. Orlov

Asthghik A. Khachatryan

*Financial University under the
Government of Russian Federation,
Moscow, Russia*

✉ ovpivovarova@fa.ru

Received by the editorial office: 09.07.2024

Accepted in revised: 12.12.2024

Accepted for publication: 27.12.2024

© Pivovarova O.V., Orlov S.L., Khachatryan A.A.

Цифровая экосистема агропромышленного комплекса Российской Федерации: возможности и ограничения имплементации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цифровая трансформация экономических процессов определяет новый формат взаимодействия субъектов агропромышленного комплекса в ходе реализации производственного и сбытового циклов. Выступая межотраслевым комплексом, АПК включает в себя множество взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом элементов системы, задача которых — обеспечить продовольственную безопасность страны. В условиях технологических и природно-климатических предпосылок, влияющих на традиционный формат деятельности сельскохозяйственных предприятий, а также комплекса факторов, формирующих барьеры к стабильному развитию, реализация фундаментальной задачи АПК возможна при повышении эффективности взаимодействия его структурных компонентов. Одним из способов повышения эффективности АПК в условиях цифровой трансформации выступает создание единой цифровой экосистемы, подразумевающей под собой инструмент координации и интеграции участников, товаров, AgTech-решений и результатов научных исследований в единой информационной среде.

Методы. В ходе исследования были изучены теоретические аспекты цифровой трансформации агропромышленного комплекса, определен текущий уровень цифровизации АПК России, выявлены проблемное поле и возможности имплементации цифровой экосистемы в агропромышленный комплекс посредством использования системного, структурно-функционального и статистического анализов, методов моделирования, классификации и дедукции.

Результаты. В результате исследования была разработана концепция цифровой экосистемы агропромышленного комплекса России, учитывающая текущее состояние агросектора и вызовы рынка. Предлагаемая цифровая экосистема АПК позволит повысить эффективность сельскохозяйственных предприятий, обеспечить рациональное использование природных ресурсов, минимизировать влияние барьеров развития АПК посредством эффективной коммуникации и координации ключевых участников рынка в единой информационной среде.

Ключевые слова: Агропромышленный комплекс, цифровая экосистема, сельское хозяйство, цифровая платформа, эффективность, цифровизация АПК, цифровые решения

Для цитирования: Пивоварова О.В., Орлов С.Л., Хачатрян А.А. Цифровая экосистема агропромышленного комплекса Российской Федерации: возможности и ограничения имплементации. *Аграрная наука*. 2025; 390(01): 140–153.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-140-153>

Digital ecosystem of the agricultural sector of the Russian Federation: opportunities and limitations of implementation

ABSTRACT

Relevance. The digital transformation of economic processes determines a new format for interaction between subjects of the agro-industrial complex during the implementation of production and sales cycles. Acting as an intersectoral complex, the agro-industrial complex includes many interconnected and interacting elements of the system, the task of which is to ensure the country's food security. Under the conditions of technological and natural-climatic prerequisites that influence the traditional format of activity of agricultural enterprises, as well as a set of factors that form barriers to stable development, the implementation of the fundamental task of the agro-industrial complex is possible by increasing the efficiency of interaction of its structural components. One of the ways to increase the efficiency of the agro-industrial complex in the context of digital transformation is the creation of a unified digital ecosystem, which implies a tool for coordinating and integrating participants, goods, AgTech solutions and scientific research results in a single information environment.

Methods. During the study, the theoretical aspects of the digital transformation of the agro-industrial complex were studied, the current level of digitalization of the Russian agro-industrial complex was determined, the problem field and possibilities for implementing the digital ecosystem in the agro-industrial complex were identified through the use of systemic, structural-functional and statistical analyses, modeling methods, classification and deduction.

Results. As a result of the research, a concept of the digital ecosystem of the Russian agro-industrial complex was created, considering the current state of the agricultural sector and market challenges. The proposed digital ecosystem of the agro-industrial complex is designed to increase the efficiency of agricultural enterprises, ensure the rational use of natural resources, and minimize the impact of barriers to the development of the agro-industrial complex through effective communication and coordination of key market participants in a unified information environment.

Key words: agro-industrial complex, digital ecosystem, agriculture, digital platform, efficiency, digitalization of the agricultural sector, digital solutions

For citation: Pivovarova O.V., Orlov S.L., Khachatryan A.A. Digital ecosystem of the agricultural sector of the Russian Federation: opportunities and limitations of implementation. *Agrarian science*. 2025; 390(01): 140–153 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-140-153>

Введение/Introduction

В условиях цифровой трансформации экономического пространства цифровые инструменты управления приобретают особую роль в достижении сбалансированного развития отраслевой политики Российской Федерации. Их формирование и дальнейшее развитие обусловлены двумя ключевыми тенденциями, где первая связана с активным процессом разработки и приобретения цифровых платформ и сервисов, удовлетворяющих потребности производителей, а вторая — с усилением экономических эффектов от более тесной интеграции и координации основных участников управленческих процессов [1]. Агропромышленный комплекс (далее — АПК) выступает единой системой, объединяющей многообразие отраслей народного хозяйства России, участвующих в создании конечной продукции АПК на различных стадиях производства [2].

Первостепенная задача агропромышленного комплекса — обеспечение продовольственной безопасности России посредством достижения устойчивого роста сельскохозяйственного производства и отраслей, косвенно или напрямую поддерживающих и обслуживающих его первое звено — растениеводство и животноводство [3]. В связи с этим особое внимание уделяется способам повышения эффективности функционирования отраслей и предприятий АПК.

Выступая одним из крупных промышленных межотраслевых комплексов, АПК сочетает в себе многообразие производственных и сбытовых связей, тесно взаимодействующих между собой [4]. Такие сложные структуры и взаимодействия позволяют определить АПК как экосистему, которая удовлетворяет классическому пониманию термина и характеризуется разнообразием природных, биологических и технологических аспектов [5].

Именно технологический аспект представляет особый интерес в условиях повсеместной цифровизации, поскольку позволяет влиять на эффективность всего многофункционального сектора экономики в целом и на его отдельные компоненты и процессы в частности. По мнению В.И. Меденникова, назревшая необходимость в цифровизации цепочек создания стоимости «агропродукта» определяется комплексом предпосылок, где центральное место занимает необходимость в повышении эффективности текущей модели координации между основными участниками рынка (предприятиями и отраслями АПК, государством, научно-исследовательскими центрами и иными контрагентами, обслуживающими и поддерживающими деятельность агросектора) для достижения стабильного развития отраслей экономики, обеспечивающих (косвенно или напрямую) продовольственную безопасность страны [6].

Подобная взаимосвязь элементов системы формирует потребность в разработке нового комплексного подхода к управлению агропромышленным комплексом (интеграция цифровых решений по управлению фермой для производителей, с одной стороны, и тесная кооперация научных, государственных и производственных ресурсов — с другой) формирует фундамент нового технологического концепта, способного повысить конкурентоспособность сельскохозяйственного продукта на мировом рынке. Всё вышесказанное обуславливает актуальность настоящего исследования.

Цели исследования — изучение проблем и перспектив цифровизации агропромышленного комплекса и разработка концепции цифровой экосистемы АПК, призванной интегрировать и аккумулировать производственные, научные и кадровые процессы, протекающие на этапах создания сельскохозяйственной продукции для повышения эффективности аграрного производства в России.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование теоретических и практических аспектов цифровизации агропромышленного комплекса было проведено на основе общенаучных методов исследования (системного анализа, классификации и дедукции) зарубежных и отечественных научных трудов, посвященных цифровизации агросектора, а также на основе анализа статистических данных «Цифровая экономика» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации¹ и Федеральной службы государственной статистики².

При разработке модели цифровой экосистемы АПК Российской Федерации применялись структурно-функциональный анализ, графический и формально-логические методы.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Содержание и концепция цифровой экосистемы и ее возможностей в АПК

АПК представляет собой ключевое звено в системе обеспечения продовольственной безопасности государства, выступая крупнейшим межотраслевым комплексом по производству, переработке и дистрибуции сельскохозяйственной продукции, удовлетворяющей потребности населения в питании. В связи с этим продовольственная безопасность, как один из важнейших элементов национальной безопасности, напрямую зависит от устойчивости и эффективности функционирования предприятий и отраслей АПК.

Вопросам повышения эффективности АПК посвящено множество отечественных научных

¹ Официальный сайт Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации. — URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2024_cifrovaya_ekonomika_kratkiy_statisticheskii_sbornik_2024_vshe/ (дата обращения: 18.06.2024).

² Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. — URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 18.06.2024).

трудов. Исследуя концептуальное понимание эффективности, отечественные экономисты более склонны рассматривать данный термин как категорию, отображающую отношение эффекта (результата деятельности) к затратам в микроэкономическом аспекте. Так, В.А. Добрынин [7] определял эффективность АПК как политэкономическую категорию, демонстрирующую общественные отношения, напрямую связанные с получением максимального количества продукции с каждого гектара земли при наименьших затратах человеческого труда на производство единицы продукции.

По мнению М.М. Мусаева [3], эффективность АПК есть категория, определяемая как повышение количества продовольственных и непродовольственных товаров, полученных из сельскохозяйственного сырья в расчете на душу населения при равномерном снижении затрат на производство единицы продукции.

В свою очередь, Г.И. Иванов рассматривает эффективность аграрного производства как экономическую категорию, включающую совокупность нескольких видов эффективности (технологическую, социальную и экологическую), направленных на повышение результативности финансово-хозяйственной деятельности субъекта посредством обеспечения высоких показателей производительности, экономичности, прибыльности и качества продукции [8].

Таким образом, большинство из анализируемых исследований определяют эффективность предприятий и отраслей АПК как совокупность факторов, влияющих на повышение производительности сельскохозяйственных предприятий и ведущих к снижению затрат (производственных, материально-сырьевых, кадровых) на единицу производимой конечной продукции.

При рассмотрении способов повышения эффективности АПК М.М. Мусаев акцентирует внимание на роли государственного регулирования в многоаспектном развитии АПК, основными задачами которого становятся улучшение качества продукции и поддержание конкурентоспособности отечественного производителя [3]. По мнению А.И. Алтухова, государственная поддержка является одним из приоритетных механизмов повышения эффективности АПК, устраняющей комплекс межотраслевых проблем [9].

Еще одним важным направлением, способствующим повышению эффективности АПК, по мнению И.Г. Галбина, выступают инновации, служащие локомотивом экономического развития в современных условиях. При этом ключевая роль в проведении масштабной трансформации отводится координации и кооперации всех участников инновационного процесса (предприятий АПК,

стартаперов, инвесторов и государства), что позволяет получить синергетический эффект [10].

Как отмечают Э.Н. Крылатых, О.Д. Проценко и М.Н. Дудин, наиболее перспективным инновационным вектором, способствующим повышению эффективности сельскохозяйственных предприятий в целях обеспечения продовольственной безопасности, является внедрение цифровых решений, поддерживаемых государством [11]. Такой подход позволяет объединить два указанных ключевых направления повышения эффективности АПК — инновации с учетом современных цифровых вызовов и государственную поддержку сектора.

Необходимость в трансформации и повышении эффективности предприятий АПК посредством внедрения инновационных цифровых решений обусловлена рядом причин.

Во-первых, применение цифровых технологий позволит рационально использовать ресурсы сельского хозяйства, что особенно актуально в связи с растущей потребностью в продовольствии (согласно экспертным оценкам к 2050 г. потребность в продовольствии увеличится на 70%) в условиях замедленного роста посевных полей (к 2050 г. доля земель, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, увеличится не более чем на 4%)³.

Во-вторых, внедрение инноваций обусловлено необходимостью в оптимизации производственных и сбытовых циклов, на которых сельскохозяйственные предприятия теряют свыше 40% продукции (могут достигать и 50%) [12]. В своем исследовании В. Тарасов, В. Ершов и Е. Абрашкина акцентируют внимание на положительном эффекте от внедрения цифровых решений (точная посадка при вложении в 45 млрд долл. даст прибавочную стоимость в размере 145 млрд долл., при этом высокотехнологичные способы внесения удобрений при вложенных 65 млрд долл. дадут прибавочную стоимость в 200 млрд долл.). Авторы акцентируют внимание на том, что благодаря цифровым технологиям к 2050 г. можно увеличить урожайность до 70% [13].

В-третьих, актуальность инноваций и их имплементация в АПК подтверждаются сложившимися к настоящему времени предпосылками: научно-технологическими переменами и открытиями, произошедшими в последние десятилетия. Так, авторами исследования «Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России» были проведены анализ и систематизация передовых технологий, наиболее релевантных к использованию в АПК, в частности⁴:

1) Развитие информационных технологий и ИТ-инфраструктуры, в том числе:

- использование технологии больших данных (BigData), формирующих новый подход к обработке

³ Handelsblatt Research Institute. The Future of Agriculture and Food. Available from: <https://www.bayer.com/sites/default/files/factbook.pdf> (accessed: 25/06/2024).

⁴ Доклад НИУ ВШЭ. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0. 2020. — URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/361056435.pdf> (дата обращения: 21.06.2024).

информационных потоков и, как следствие, позволяющих принимать более обоснованные решения на основе анализа прогноза погоды, вероятности заболеваний, оценки урожайности, тенденций на рынке и иных аспектов сельскохозяйственной деятельности в рамках одной модели;

- внедрение самообучающихся систем (AI-решения и IoT-платформы), позволяющих создавать самоуправляющиеся фермы;

- использование интернета вещей (IoT), объединяющего физические объекты в единую информационную сеть в целях сбора, анализа и обработки информации (например, решения умного земледелия);

- использование блокчейна, обеспечивающего прозрачность товаропередвижения «от фермы до тарелки», благодаря которой можно обнаружить некачественную продукцию, эффективно управлять контрактами, определить узкие места в цепочке поставок (иными словами, сократить производственные и логистические потери).

2) Развитие и применение робототехники в смежных отраслях, позволяющих решить проблему кадровой нехватки посредством внедрения автоматизированных систем на участках операционного процесса (например, беспилотные летательные аппараты и беспилотная тяжелая техника).

3) Развитие и использование биотехнологий для решения различного рода задач в части генетики, эпигенетики и синтетической биологии.

4) Развитие и использование нанотехнологий.

В эпоху Индустрии 4.0, которая сводится преимущественно к цифровизации и автоматизации производственных процессов, особое место отводится IT-технологиям, положившим начало развитию цифровых цепочек создания стоимости (например, интернет вещей, цифровые платформы и экосистемы, BigData, кибербезопасность, облачные вычисления, GPS и др.).

Интеграция технологических, производственных, управленческих и организационных факторов с цифровыми решениями формирует новую, целостную и многомерную среду взаимодействия компаний и иных участников рынка (государство, банковский сектор, потребители и др.). Подобная трансформация влечет за собой изменение бизнес-модели компании и способов кооперации между ними.

На сегодняшний день площадкой, соединяющей участников рынка в единой информационной среде, выступает цифровая экосистема, которая в последнее время приобрела высокую популярность ввиду упрощенной координации через цифровые каналы, многофункциональности, возможности к интеграции и самоорганизации участников. В своем исследовании В.В. Агафонов отмечает, что создание единой цифровой платформы позволит увеличить производительность

отраслей на 15–20%, однако ключевой проблемой остается стоимость реализации данного проекта, ввиду чего необходимо формировать региональные программы по внедрению цифровых решений с участием государства [14].

При определении содержания термина «цифровая экосистема» необходимо обратить внимание на сформировавшиеся теоретические двойники вследствие активной популяризации понятий «цифровая экосистема» и «цифровая платформа» различными информационными каналами СМИ, с одной стороны, и отсутствия четкого представления о сущности данных категорий и значительного многообразия их предметной идентификации — с другой.

Потеря концептуальности, однозначности и системности рассматриваемых терминов ведет к упрощению первоначально вкладываемого смысла в вышеуказанные понятия, формируя тем самым методологические «конфликты» при реализации цифровых решений на практике. Среди трудов, посвященных методологическому определению понятий «цифровая экосистема» и «цифровая платформа», выделяют работы таких зарубежных исследователей, как R. Ander [15], M. Jacobides⁵, C. Cennamo, A. Gawer [16], P.J. Williamson, A. De Meyer [17], и отечественных ученых — Г.Б. Клейнер [18], В.А. Карпинская [19], С.В. Дорошенко, А.Г. Шеломенцев [20], Ю.М. Акаткина [21], В.И. Меденников [5, 6], Е.А. Федулов [22], О.В. Агафонов [23], Д.А. Коробейников [24] и др. При этом исследования по определению механизмов внедрения и дальнейшего функционирования цифровых экосистем в АПК носят больше фрагментарный, нежели комплексный характер.

В.И. Меденников рассматривает цифровые платформы (далее — ЦП) в качестве базового элемента для функционирования, поддержания и дальнейшего развития, масштабирования цифровых экосистем. В таком представлении цифровые платформы являются отдельно взятым элементом цифровой экосистемы, включающим совокупность упорядоченных цифровых данных, интегрированных в единую информационную систему, предназначенную для эффективного и рационального взаимодействия заинтересованных субъектов [5, 6].

В свою очередь, согласно руководству по цифровой трансформации производственных предприятий «Сколково», под цифровой платформой понимается «совокупность цифровых данных, моделей и инструментов, информационно и технологически интегрированных в единую автоматизированную функциональную систему, предназначенную для квалифицированного управления целевой предметной областью с организацией взаимодействия заинтересованных

⁵ Jacobides M., Lang N., Szczepanski K. What Does a Successful Digital Ecosystem Look Like? — URL: <https://www.bcg.com/en-gb/publications/2019/what-does-successful-digital-ecosystem-look-like> (accessed: 27/06/2024).

субъектов»⁶. Иную трактовку цифровых платформ можно встретить в программе развития цифровой экономики Российской Федерации, где цифровая платформа определяется как⁷:

1) модель деятельности заинтересованных лиц на общей платформе для функционирования на цифровых рынках;

2) площадка, поддерживающая комплекс автоматизированных процессов и модельное потребление цифровых продуктов (услуг) значительным количеством потребителей;

3) информационная система, ставшая одним из лидирующих решений в своей технологической нише, в частности транзакционной, интеграционной.

Таким образом, основываясь на представленных определениях, следует заключить, что цифровая платформа, как сложная информационная среда, представляет собой цифровое пространство, обеспечивающее эффективную интеграцию и кооперацию основных ее элементов благодаря бесшовным технологиям, предназначенным для сбора, обработки и трансфера знаний. При этом основными элементами цифровых платформ становятся:

1) инфраструктура цифровой платформы, выступающей в качестве архитектуры с ее многообразием программно-технических средств для сбора, хранения, обработки и передачи информации;

2) коммуникационные каналы, предназначенные для трансфера информации и координации элементов цифровой платформы (то есть ее участников);

3) организационный компонент, регулирующий деятельность участников платформы;

4) совокупность пользователей.

Иллюстрация взаимодействия основных элементов цифровой платформы представлена на рисунке 1.

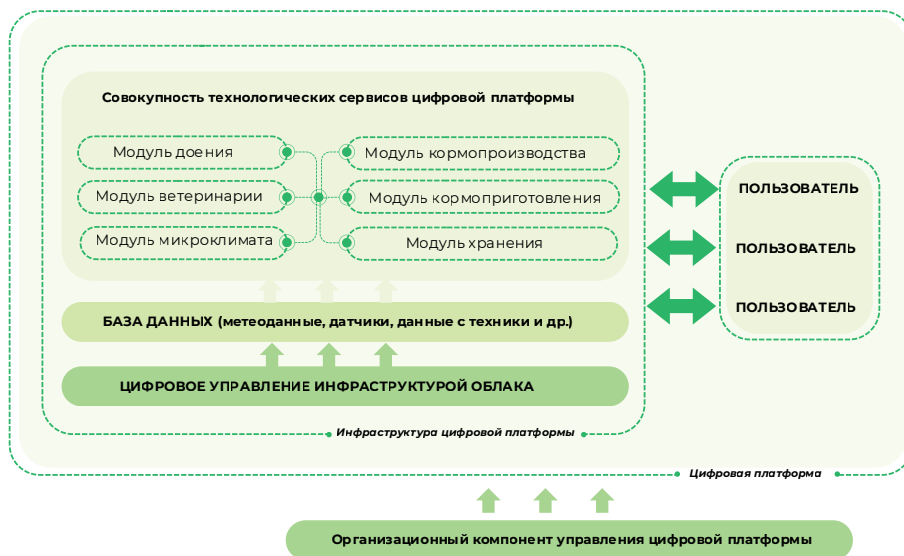
На сегодняшний день в Российской Федерации цифровые платформы в АПК представляют локальные AgTech-проекты (Lot-программы), направленные на решение узких задач. Согласно мнению экспертов, через 10 лет при прочих равных условиях более 80% российских сельскохозяйственных предприятий будут использовать в производственных процессах digital-решения ввиду ключевого преимущества — снижения и минимизации фактора неопределенности при планировании и управлении производственными процессами⁸.

Несмотря на актуальность и полезность цифровых платформ, большинство решений на отечественном рынке AgTech не поддаются интеграции между собой, а также интеграции с государственными системами, что создает дополнительные сложности в сопряжении и координации систем управления бизнес-процессами. Кроме того, подобные решения исключают модель стратегического партнерства между органами государственной власти, бизнеса и НИОКР, что влечет за собой использование «простых», локальных решений на местах, а не комплексный подход к управлению.

При рассмотрении термина «цифровая экосистема» важно отметить его отождествление с биологическими системами, то есть совокупность взаимодействующих организмов, помещенных в

среду обитания. Впервые эту концепцию применил в научной литературе J.F. Moore в своей статье «Хищники и жертвы. Новая экология конкуренции». Дж. Мур определил «бизнес-экосистему» как устойчивое экономическое сообщество, включающее различных взаимосвязанных участников рынка. Важной особенностью бизнес-экосистем является интеграция ресурсов участников с целью совместной разработки и коммерциализации инновационных технологий, что делает

Рис. 1. Модель цифровой платформы на примере животноводства «Умная ферма»
Fig. 1. A digital platform model based on the example of animal husbandry «Smart Farm»



⁶ Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», Московская школа управления «Сколково», Autodesk. Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий. — URL: http://assets.fea.ru/uploads/nticenter/112019/Rukovodstvo_po_cifrovizatsii_proizvodstvennyh_predpriyatij.pdf (дата обращения: 27.06.2024).

⁷ Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президентом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7). — URL: <https://spa.msu.ru/wp-content/uploads/4-1.pdf>

⁸ Никиточкин М. Цифровизация АПК. Модный хайп или реальный бизнес-инструмент для отрасли. Агроинвестор. 2020. — URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/33646-tsifrovizatsiya-apk-modnyy-khayp-ili-realnyy-biznes-instrument-dlya-otrasli/> (дата обращения: 29.06.2024).

их схожими с инновационными кластерами. Позднее M. Iansiti и R. Levien, установив аналогию в развитии биологических и экономических систем, использовали этот термин для описания взаимозависимостей субъектов в экономике [25].

При проведении анализа трудов О.В. Агафонов [23], В.И. Меденникова [5, 6], Д.А. Коробейникова [24] и Е.А. Федулова [22], посвященных исследуемой проблематике и концептуальному осмыслению и описанию цифровых экосистем, был выявлен системный подход к определению вышеуказанного термина. Так, цифровая экосистема есть сверхсложная информационная среда, состоящая из элементов, взаимодействующих и взаимосвязанных друг с другом. При этом под элементом понимается не отдельно взятая цифровая платформа, а связи — каналы трансфера информации и знаний.

Особое внимание в системном подходе отведено строению цифровой экосистемы. В частности, в трудах Ю.М. Акаткиной представлена концептуальная архитектура цифровой экосистемы отрасли, включающая в себя следующие компоненты [21]:

- 1) семантическое ядро, выступающее в качестве информационной базы о предметной области (в том числе классификаторы, стандарты, способы взаимодействия);
- 2) технологическую инфраструктуру, обеспечивающую бесперебойное функционирование цифровой экосистемы;
- 3) пользовательские и прикладные сервисы, выступающие в качестве цифровых платформ;
- 4) персонализированные приборы и устройства интернета вещей.

Другая архитектурная модель цифровой экосистемы представлена Г.Б. Клейнером [18], который рассматривал цифровую экосистему в качестве пирамиды компонент. В частности:

- 1) организационный — объектная подсистема в виде кластерного объединения взаимосвязанных акторов, реализующих отдельные бизнес-процессы в составе экосистемы;
- 2) инфраструктурный — подсистема среды, выступающая в качестве цифровой технологической платформы, на которой доступны услуги участников;
- 3) коммуникационно-логистический — процессная подсистема в виде сети, поддерживаемой ИИТ-интегратором (финтехкомпанией), как устойчивая структура взаимодействия членов экосистемы;
- 4) инновационный — проектная подсистема в виде бизнес-инкубатора как совокупность инновационных инициатив и акселерационных программ для поиска стартапов, проектов и идей.

На основе проведенного методологического анализа по предметной идентификации терминов «цифровая платформа» и «цифровая экосистема» авторы исследования делают следующее заключение. Необходимость в теоретическом разграничении терминов «цифровая экосистема» и «цифровая платформа» обусловлена отсутствием четкого представления о сущности и об инструментарии рассматриваемых понятий, что зачастую влечет за собой стирание границ при реализации двух продуктов на практике.

Так, ключевое различие между цифровой платформой и цифровой экосистемой заключается в степени координации и в составе предоставляемых услуг. Для первого характерен уникальный набор сервисов и коммуникационных каналов, в то время как для второго — интеграция и координация субъектов в единой информационной среде, предоставляющей возможность комплексного использования перечня AgTech-решений.

В рамках исследуемой отрасли под цифровой экосистемой АПК подразумевается сверхсложная цифровая среда, характеризующаяся отраслевым многообразием, из чего следует сложность коммуникационной сети и каналов взаимодействия участников рынка.

В целях дальнейшей разработки и эффективной имплементации цифровой экосистемы АПК предоставляется необходимым проведение оценки текущего состояния цифровизации АПК, что позволит оценить реальную готовность отрасли к внедрению такого комплексного управленческого решения.

Анализ текущего состояния цифровизации АПК России

По сравнению с другими отраслями экономики агросектор встал на путь активного внедрения цифровых технологий сравнительно недавно (после мировой пандемии COVID-19), что во многом обусловлено модификацией бизнес-модели и ее дальнейшим переносом в онлайн-среду. Особенно данный фактор затронул сбытовые и производственные бизнес-процессы. Так, если в 2020 году доля сельскохозяйственных организаций, осуществляющих продажи через интернет-сервисы, составляла 9,2%⁹, то к 2022 году этот показатель увеличился до 28,9%, или в 3,1 раза, а вклад ИКТ в развитие сельского хозяйства увеличился с 3,5% в 2018 году до 4,3% в 2022 году¹⁰.

Если сравнивать с зарубежными странами, показатель внедрения AgTech-проектов в России существенно мал. Согласно экспертным оценкам Н. Каныгиной из Института комплексных стратегических исследований, около 10% отечественных хозяйств внедряют цифровые решения, в то

⁹ Абдрахманова Г.И., Васильковский С.А., Вишневецкий К.О. и др. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Цифровая экономика — 2023: краткий статистический сборник. 2023; 120. ISBN 978-5-7598-2744-3

¹⁰ Абдрахманова Г.И., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М. и др. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Цифровая экономика — 2020: краткий статистический сборник. 2020; 112. ISBN 978-5-7598-2148-9

время как в США и европейских странах аналогичный показатель составляет 60–80%¹¹.

С учетом сложившихся реалий и достигнутых результатов рассматриваемый период цифровизации АПК можно охарактеризовать как «переходный», что подтверждается динамикой показателей (табл. 1).

Первая группа показателей представлена цифровыми решениями, направленными на оптимизацию сельскохозяйственных бизнес-процессов. Как видно из таблицы 1, цифровые инструменты пользуются высоким спросом и актуальностью среди производителей (доля организаций, использующих «цифру», за последние три года увеличилась в среднем на 11,5 п. п.).

Данная динамика объясняется влиянием комплекса факторов, ключевым из которых является эффект низкой базы, то есть фактическое неиспользование «цифры» сельхозпредприятиями. Среди других факторов, не менее значимых и влияющих на агробизнес, выделяются естественная реакция агробизнеса на изменение рынка и продемонстрированная эффективность инструментов цифровизации бизнес-процессов в целом.

Естественная реакция сельскохозяйственных организаций на изменение рынка представлена совокупностью трендов, влияющих и определяющих дальнейший формат взаимодействия бизнес-структур с потребителями, государством, банковскими системами и иными участниками. Например, переход агробизнеса на осуществление финансовых расчетов в электронном виде обусловлен стремительным развитием рынка платежных систем (интернет-эквайринг, платежные агрегаторы, способы оплаты и пр.) и, как следствие, динамичным ростом доли безналичных операций (с 2019 по 2023 г. доля безналичных платежей по оплате товаров и услуг возросла с 64,7 до 83,4%, в то время как показатель, отражающий платежи наличными средствами, сократился с 35,3 до 16,6%), что в результате определяет способ расчета отечественного агробизнеса¹³.

Другим примером является положительная динамика показателей «управление продажами товаров, работ и услуг» и «управление закупками товаров, работ и услуг», что обусловлено переходом и использованием интернет-платформ. Вместе с вышеперечисленными показателями возрастает роль обеспечения информационной безопасности.

Продemonстрированная эффективность внедряемых цифровых инструментов во многом определяется оптимизацией затратных статей и увеличением производительности предприятия в целом. Так, внедрение системы электронного

Таблица 1. Показатели динамики внедрения цифровых решений в АПК

Table 1. Indicators of the dynamics of implementation of digital solutions in the agricultural sector

Наименование показателя	Год		
	2020	2021	2022
<i>Использование специальных программных средств в бизнес-процессах сельскохозяйственных организаций, %¹², в том числе:</i>			
система электронного документооборота	40,1	49,7	52,0
осуществление финансовых расчетов в электронном виде	31,6	39,1	44,8
обеспечение информационной безопасности	...*	26,1	36,1
управление закупками товаров, работ и услуг	...	16,4	26,9
предоставление доступа к базам данных через глобальные информационные сети	12,8	17	26,2
управление продажами товаров, работ и услуг	...	11,0	22,6
обучающие программы	6,3	8,9	21,4
управление складскими помещениями	...	12,9	23,6
в рамках использования ERM-систем	...	6,7	16,9
в рамках использования CRM-систем	...	4,2	14,8
в рамках использования HRIS-систем	...	2,2	15,7
проектирование и моделирование	...	3,9	13,8
в рамках управления автоматизированным производством	...	7,6	17,1
<i>Использование цифровых технологий в сельскохозяйственных организациях, %, в том числе:</i>			
сбор, обработка и анализ больших данных	17,2	23,3	23,7
использование облачных сервисов	17,8	21,5	25,5
использование цифровых платформ	10,2	9,8	9,1
использование геоинформационных систем	14,1	16,1	15,6
использование технологий искусственного интеллекта	2,2	2,9	4,7
использование RFID-технологий	8,1	10,1	9,4
использование промышленных роботов и автоматизированных линий	4,1	5,3	4,8
использование цифровых двойников	...	...	1
использование аддитивных технологий	...	...	0,8

Примечание: * отсутствие данных или незначительная величина показателя.

документооборота на сельскохозяйственных предприятиях позволяет сократить финансовые затраты на обработку, печать, хранение и доставку документов до 80%¹⁴.

Кроме того, данный инструмент обладает дополнительными преимуществами, в частности увеличением скорости расчетов и обработки данных в необходимых разрезах и с любой детализацией; сокращением временных затрат на обработку и составление отчетностей; удобством хранения документов, снижением риска порчи, удобством взаимодействия с внешними структурами (банками, страховыми компаниями, налоговыми службами и т. д.).

Другим примером является внедрение программных средств в рамках автоматизированного

¹¹ Цифровизация как неизбежность: какие digital-решения использует агросектор. Информационное агентство «Зерно Онлайн». 2021. — URL: <https://www.zoi.ru/n/34604> (дата обращения: 28.06.2024).

¹² В процентах от общего числа сельскохозяйственных организаций.

¹³ Итоги работы Банка России. 2023. Официальный сайт Центрального банка России. — URL: https://cbr.ru/about_br/publ/results_work/2023/razvitiye-sistemy-platezhey-i-raschetov/ (дата обращения: 27.06.2024).

¹⁴ Система электронного документооборота в АПК. Аграрный бизнес-журнал «Моя Сибирь». — URL: <https://mysibir.ru/sistema-elektronnoy-dokumentoborota-v-apk/> (дата обращения: 27.06.2024).

управления производством. В данном случае авторы исследования акцентируют внимание на комплексных платформах, позволяющих проводить оперативный учет и контроль сельскохозяйственных ресурсов, оптимизировать логистические процессы, системы управления запасами и складскими помещениями, анализировать финансовые результаты, контролировать качество продукции¹⁵.

Подобные внедряемые инструменты требуют высокой цифровой грамотности персонала, в связи с чем можно наблюдать тенденцию к росту обучающих программ (рост за три года составил 15,1 п. п.).

Анализируя использование цифровых технологий в сельскохозяйственных организациях, следует отметить колебания показателей с 2020 по 2022 год. Низкие темпы и сокращение числа предприятий, внедряющих «цифру», во многом можно объяснить влияющими на фермеров макроэкономическими потрясениями, усугубляющими «болевые точки» фермеров. Данный тезис в большинстве случаев касается недостаточного уровня цифровой компетенции персонала.

Согласно данным статистического сборника, доля занятых в профессиях, связанных с интенсивным использованием информационно-коммуникационных технологий в сельском хозяйстве, составляет 0,2% в 2022 году, что является существенно низким показателем, в отличие от других отраслей (рассматриваемое значение в 60 раз меньше, чем в США).

Во многом данный фактор объясняется недостаточно эффективным диалогом между бизнес-структурами и образовательными учреждениями (высшее образование не ориентировано на подготовку востребованных рынком специалистов¹⁶). Так, если сравнивать 10-летнее развитие США и России, то американскими учреждениями были подготовлены свыше 2000 специалистов в области аграрной генетики, селекции и репродуктивных технологий, в то время как в России обучение по таким специальностям носит локальный характер¹⁷.

Другой проблемой выступает недостаточный уровень технического оснащения, являющегося базисом цифровизации [26]. Данный фактор касается целого перечня используемых программных средств.

Одно из технологических ограничений — недостаточное покрытие территории сетевым интернет-соединением, а также низкая доступность

скоростного широкополосного интернета. Так, в 2022 г. доля сельскохозяйственных организаций, имеющих скоростной доступ, составляла 7,3%, что в рамках цифровизации отрасли является недостаточным показателем (например, для розничной торговли данный показатель составляет 28,7%, для высшего образования — 33,9%).

Кроме того, ключевым барьером к цифровизации выступает использование отечественными компаниями импортного софта цифровых AgTech-решений, во многом ограничивающих возможности цифровизации¹⁸. По мнению экспертов, достигнутые результаты аграриев во многом обусловлены использованием западных технологий. Иными барьерами выступают подорожание средств производства, нарушение цепочек поставок, политические препятствия, что в совокупности ведет к замедлению внедрения инновационных технологий¹⁹.

Небольшая доля в использовании сельскохозяйственными предприятиями цифровых решений во многом обусловлена их высокой стоимостью. Так, на текущий момент времени комплексные решения внедряются в большинстве рассмотренных случаев крупными агрохолдингами, на долю которых приходится лишь 20% производства зерновых ресурсов. Наибольший удельный вес составляет малое и среднее предпринимательство, испытывающее нехватку финансов в рамках внедрения и дальнейшего развития автоматизированных и цифровизированных производственных процессов. В связи с этим на первый план встает вопрос о разработке эффективных мер государственной поддержки аграрного МСП.

Не менее значимой проблемой является недостаточно эффективный диалог с наукой. Согласно данным исследования «Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России», свыше 82% экспертов выделили данный барьер как ключевой [14]. Наряду с вышеуказанной проблемой существует острая необходимость в предоставлении консультационных услуг, формировании открытого и доступного информационного поля с бесплатными аналитическими данными для малого и среднего предпринимательства (далее — МСП) в целях принятия обоснованных управленческих решений о продажах, посеве и по иным бизнес-процессам.

Для решения вышеуказанного комплекса кадровых, технологических, финансовых и иных проблем Министерством сельского хозяйства РФ была предложена инициатива по разработке

¹⁵ Автоматизация в агропромышленном комплексе на платформе 1С:Предприятие 8. AlexRovich: автоматизация бизнес-решений. — URL: <https://alexrovich.ru/info/articles/avtomatizatsiya-v-agropromyshlennom-komplekse-na-platforme-1s-predpriyatie-8/> (дата обращения: 27.06.2024).

¹⁶ Абдрахманова Г.И., Васильковский С.А., Вишневский К.О. и др. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Цифровая экономика — 2023: краткий статистический сборник. 2023; 120. ISBN 978-5-7598-2744-3

¹⁷ Аналитики заявили об исчерпании легких возможностей для роста АПК: как цифровизация и единый анонимный банк данных помогут развитию сельского хозяйства. РБК. 2023. — URL: <https://www.rbc.ru/business/23/08/2023/64e4abc19a794712f4550def> (дата обращения: 27.06.2024).

¹⁸ Рипинская Н. Смогут ли аграрии уйти от зарубежного программного обеспечения. RGRU. 2022. — URL: <https://rg.ru/2022/04/05/reg-cfo/smogut-li-agrarii-ujti-ot-zarubezhnogo-programmnogo-obespecheniya.html> (дата обращения: 28.06.2024).

¹⁹ Аналитики заявили об исчерпании легких возможностей для роста АПК: как цифровизация и единый анонимный банк данных помогут развитию сельского хозяйства. РБК. 2023. — URL: <https://www.rbc.ru/business/23/08/2023/64e4abc19a794712f4550def> (дата обращения: 27.06.2024).

единой информационной цифровой экосистемы, функционирующей на отечественном программном обеспечении. Концептуальная сущность цифровой экосистемы — повышение эффективности в кооперации и коммуникации ключевых участников агропромышленного комплекса: государства, бизнес-структур, покупателей, контрагентов и иных субъектов, участвующих в цепочке создания ценности сельскохозяйственной продукции.

Согласно оценке Института стратегических исследований и экономики знаний ВШЭ, подобное решение способно обеспечить дополнительный рост производительности труда в АПК на 15,6% к 2030 г., во многом решив «болевы точки» МСП²⁰.

Основываясь на проведенном анализе, авторы исследования делают следующие выводы. На текущий момент времени процесс цифровизации АПК характеризуется как «переходный период», во многом обусловленный изменениями рынка. Внедрение цифровых решений носит более «догоняющий» и «перенимающий» характер, что обусловлено продемонстрированной эффективностью цифровых решений. Однако большинство из внедряемых и используемых AgTech-проектов используются на практике крупными агрохолдингами. При этом МСП испытывают кадровые, технологические и финансовые барьеры, что усложняет внедрение цифровых решений. В связи с этим роль государства определяется как ключевая в рамках поддержки (в том числе финансовой), обеспечения трансфера информации и координации основных участников.

Одной из инициатив по развитию цифровизации выступило предложение Министерства сельского хозяйства РФ по созданию цифровой платформы. Основываясь на выявленных «болевых точках» и проанализированном текущем положении цифровизации АПК, авторы исследования предлагают следующую модель цифровой экосистемы.

Модель цифровой экосистемы агропромышленного комплекса

В данном разделе авторы предлагают концепцию цифровой экосистемы АПК страны. Важно акцентировать внимание на том, что предлагаемая модель ЦЭ учитывает опыт реализации существующих AgTech-проектов (цифровых платформ) и сочетает в себе передовые цифровые решения для получения большего синергетического эффекта от реализации экономической деятельности отраслей и предприятий АПК. Так, целью цифровой экосистемы АПК становится повышение конкурентоспособности производителей сельскохозяйственной продукции посредством обеспечения эффективной интеграции цифровых решений, а также кооперации ключевых участников

на платформах (в том числе на субплатформах), объединенных единой информационной средой.

Цифровая экосистема АПК представлена четырьмя основными контурами цифровой экосистемы, которые находятся в тесной взаимосвязи с основными звеньями АПК: государственный контур, научно-исследовательский контур, бизнес-структуры и контур контрагентов. Предлагаемая модель цифровой экосистемы и взаимосвязь ее основных контуров представлены на рисунке 2.

Каждый из рассматриваемых контуров имеет свою роль в организации и дальнейшем функционировании цифровой экосистемы.

Государственный контур представлен Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, региональными министерствами и подведомственными организациям и департаментами, Федеральной службой государственной статистики, Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии, а также иными региональными и муниципальными органами, осуществляющими свою деятельность в рамках управления АПК.

Ключевая роль государственного контура заключается в обеспечении регулятивной, контрольной и координационной функций, в частности:

- 1) разработка стратегий научно-технического развития, определение ключевых векторов аграрной политики;
- 2) реализация комплекса мер по поддержке сельскохозяйственных производителей и других участников;
- 3) обеспечение транспарентности информации и эффективное ее доведение до ключевых участников;
- 4) осуществление содействия в координации основных участников цифровой экосистемы;
- 5) осуществление контроля за деятельностью участников (налогового, правового и пр.);
- 6) сбор и обработка стратегического актива (данные о рынке и его участниках).

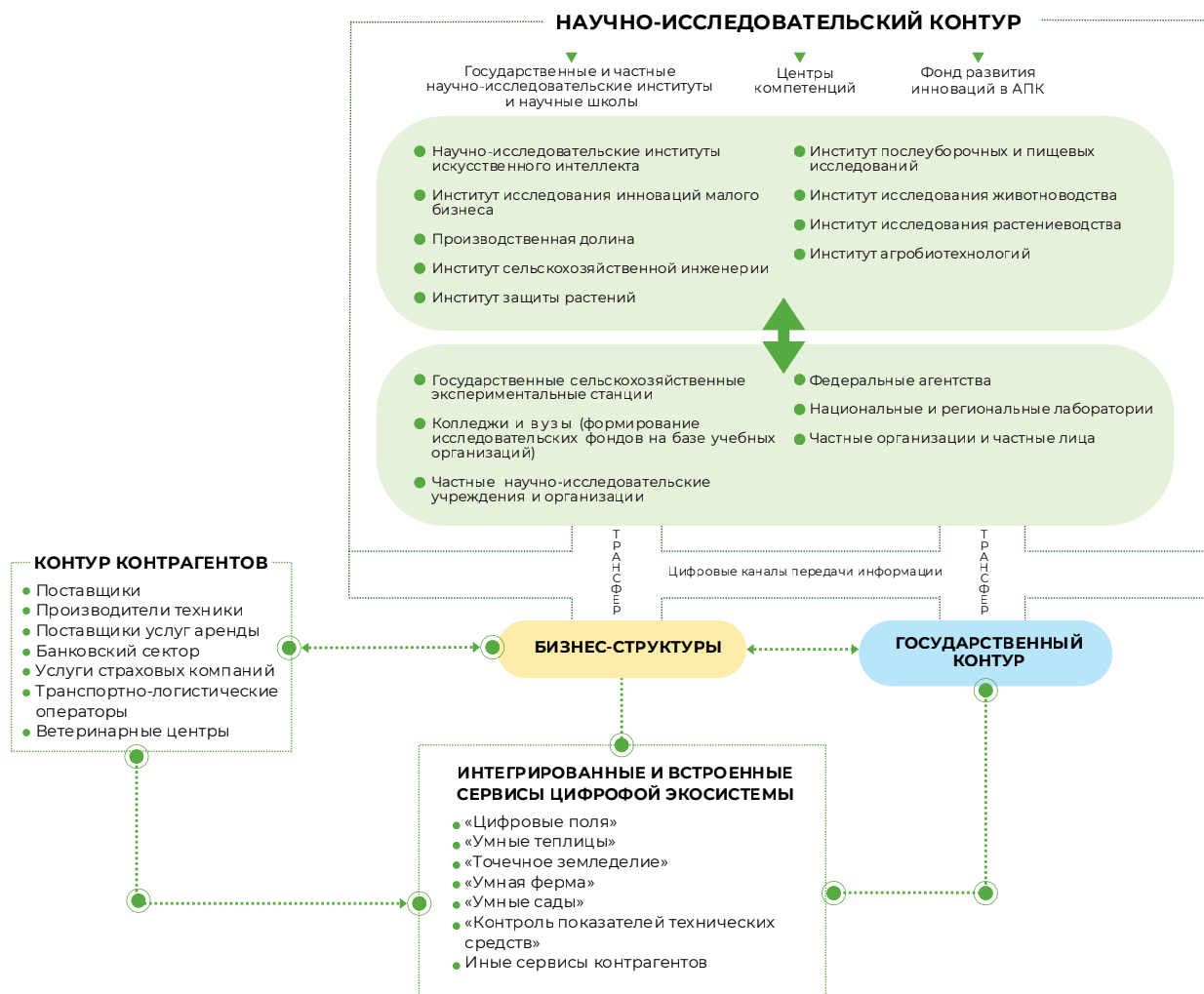
Научно-исследовательский контур определен в качестве технопарка инновационных разработок и состоит из научно-исследовательских центров, площадок формата «акселератор» и «инкубатор», а также учреждений высшего и среднего профессионального образования.

В глобальном понимании технопарк выполняет два функциональных процесса, где первый заключается в аккумулировании и транслировании научной базы знаний о разработках и технологиях, применяемых в агропромышленном комплексе, а второй — в разработке агропромышленных решений (и дальнейшей их коммерциализации в ходе сотрудничества с бизнес-структурами) по следующим направлениям:

- 1) Роботизация и автоматизированная техника в части БПЛА, беспилотная тяжелая техника,

²⁰ Одна за всех: Минсельхоз создаст единую цифровую платформу АПК. Агроинвестор. 2024. — URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/42084-odna-za-vsekh-minselkhoz-sozdast-edinuyu-tsifrovuyu-platformu-apk/> (дата обращения: 28.06.2024).

Рис. 2. Модель предлагаемой цифровой экосистемы
Fig. 2. Model of the proposed digital ecosystem of the agricultural sector



дистанционное зондирование, роботизированная техника и др.

2) Интеграция цифровых решений и систем, в том числе систем Lot-решений, AI-инструментов, системы ГЛОНАСС и GPS-мониторинга, трекинг-контроля, аналитических инструментов BIG DATA и др.

3) Разработка новых систем животноводства и растениеводства, в частности по направлениям: точечное земледелие; цифровые поля и цифровые двойники; умные сельскохозяйственные системы (фермы, теплицы, сады, вертикальные и контейнерные фермы и др.).

4) Пищевая промышленность, в том числе биотехнологическая и биосинтетическая мясная продукция, инструменты киберинформатики для производства продуктов питания, цифровые решения для переработки и логистики, альтернативные технологии получения пищевых и кормовых продуктов и т. д.

5) Агробитехнологии, в частности развитие направлений синтетической биологии, биотехнологий, эпигенетики, нанотехнологий, генетики и селекции, конструирования микробов, биотехнологии защиты растений, создания новых видов производящих живых систем и пр.

6) Иные AgTech-решения.

Центральным элементом цифровой экосистемы АПК выступают бизнес-структуры. Ключевой задачей при формировании программно-технологического обеспечения выступает интеграция AgTech-решений с функционалом платформы. Своего рода цифровая экосистема является единым информационным пространством, который открывает для бизнес-структур возможности использования и комбинирования цифровых решений.

В рамках рассмотрения ЦЭ и основных звеньев АПК учитывается взаимодействие бизнес-структур с контрагентами на каждом из этапов создания стоимости сельскохозяйственной продукции — от производства до ее конечной продажи. При этом под контрагентами авторы исследования понимают совокупность организаций, обеспечивающих эффективное функционирование сельскохозяйственных предприятий в области растениеводства и животноводства. К таким контрагентам относятся:

1) группа поставщиков ресурсов (минерально-сырьевого удобрения, техники и иных материальных ресурсов);

2) банковский сектор и страховые услуги;

- 3) логистические структуры;
- 4) центры сбытовой структуры предприятия (система складских помещений, оптово-розничная сеть и др.);
- 5) ветеринарные центры и др.

Таким образом, периметр цифровой экосистемы охватывает всю цепочку создания ценности и участников трех звеньев АПК, а также формирует дополнительную среду для упрощенного взаимодействия в рамках финансирования, исследовательских проектов контроля и регулирования.

В рамках рассматриваемой модели внедрение цифровой экосистемы несет в себе мультипликативный эффект по повышению эффективности российского агросектора, в частности наращивание производственных мощностей, рост индекса производства сельскохозяйственной продукции, развитие инноваций и технологических решений, развитие неурбанизированных территорий и инфраструктуры на местах для внедрения AgTech-проектов, прирост инвестиций в регион и, как следствие, открытости системы и возможности коммерциализировать разработанный продукт.

Выделяя ключевые преимущества для каждого из участников взаимодействия ЦЭ АПК, следует отметить следующее. Так, для региональных органов государственной власти внедрение цифровой экосистемы позволит:

- 1) создать эффективный механизм развития сельского хозяйства и смежных отраслей, поддерживающих АПК;

- 2) выйти на новый уровень цифрового управления отрасли в рамках формирования базы данных и ее аналитики, развития автоматизированных государственных сервисов для производителей сельскохозяйственной продукции и иных организаций в смежных отраслях;

- 3) разрабатывать эффективные меры поддержки на основе открытых данных о текущей ситуации, своевременно реагировать на внешние факторы воздействия на агросектор;

- 4) проводить анализ на предмет эффективности разработанных мероприятий по поддержке производителей;

- 5) увеличить поступления в бюджеты на местном и региональном уровне за счет доступности и открытости экосистемы для смежных отраслей.

В свою очередь, ключевым преимуществом внедряемой цифровой экосистемы для научно-исследовательских центров и образовательных учреждений становится коммерциализация разрабатываемых Ag-Tech-решений в рамках взаимодействия науки и бизнес-структур, то есть доведение прототипа продукта до промышленного образца.

Создание субплатформы формата «акселератор» и «инкубатор» позволит организовать эффективный диалог в рамках оказания консалтинговых услуг, разработки и формирования программ по обучению и повышению квалификации кадров в соответствии с практическими запросами

бизнес-структур и актуальными рыночными направлениями и трендами развития АПК.

Рассматривая преимущества и выгоды использования цифровой экосистемы бизнес-структурами сельского хозяйства, авторы исследования выделяют:

- 1) Получение упрощенного и универсального доступа к интегрированным цифровым решениям по управлению цифровой фермой в рамках оптимизации производственной деятельности.

- 2) Получение свободного доступа к базе данных исследований и разработок по применению различных AgTech-решений в целях оптимизации производственного процесса.

- 3) Формирование упрощенной модели взаимодействия бизнес-структур с государством и его сервисами, в особенности в рамках составления отчетности, уплаты налоговых отчислений, получения поддержки и пр.

- 4) Формирование упрощенной модели взаимодействия бизнес-структур с банковским сектором, страховыми и лизинговыми компаниями как контрагентами.

- 5) Получение доступа к рынкам сбыта, а также к рынкам смежных отраслей, поддерживающих отрасль сельского хозяйства (логистическим компаниям, производителям сельскохозяйственной техники, минеральных удобрений, организациям по обработке сельскохозяйственного сырья и др.).

- 6) Организация открытого диалога с образовательными учреждениями и научными центрами в рамках разработки и дальнейшего внедрения программ и проектов по оптимизации и рационализации использования материальных и трудовых ресурсов.

Выделяя преимущества использования цифровой экосистемы агросектора для контрагентов, необходимо рассмотреть следующие положения:

- 1) для банковского сектора, страховых и лизинговых компаний — формирование целевых предложений, снижение стоимости риска за счет повышения прозрачности заемщиков, повышение доступности кредитов и иных услуг, что приведет к росту кредитных портфелей и повышению прибыльности банков;

- 2) для иных контрагентов, поддерживающих развитие агросектора посредством снабжения материально-сырьевыми ресурсами, — сокращение времени на поиск и анализ сельскохозяйственных производителей, формирование прямых продаж, эффективное управление заказами.

Предлагаемая авторами исследования модель цифровой экосистемы АПК позволит повысить конкурентоспособность производителей сельскохозяйственной продукции субъекта, увеличить рентабельность и маржинальность предприятий, производительность труда, а также оптимально и рационально использовать имеющиеся у фермеров ресурсы.

За счет интеграции AgTech-решений, транспарентности информации, реализации принципа комплементарности и свободного доступа к рынкам и участникам АПК разрабатываемая модель снизит потери сельскохозяйственных организаций на каждом из этапов производства, распределения и обмена продукции. В связи с этим модель ЦЭ АПК позволяет решить целый комплекс существующих проблем:

- отсутствие универсальной модели цифрового управления фермой, сочетающее в себе интегрированные AgTech-решения, что во многом усложняет процесс использования цифровых инструментов на практике;
- отсутствие свободного доступа к базе данных исследований и разработок;
- отсутствие эффективного диалога бизнес-структур с наукой, что во многом усложняет доведение разработанного продукта до промышленного образца;
- острая необходимость в кооперации бизнес-структур с образовательными учреждениями в рамках подготовки квалифицированных кадров для работы в сельском хозяйстве в соответствии с практическими запросами и тенденциями развития АПК;
- усложненный формат взаимодействия с государством, в особенности в регионах, где присутствует бумажный документооборот (в том числе налоговые отчисления, формирование отчетности и пр.);
- усложненный и во многом затрудненный доступ к финансированию и страхованию;
- недостаточная и во многом искаженная и (или) закрытая информация о статистических данных.

Представляется, что предлагаемая архитектура, состав участников и механизм их взаимодействия способны вывести агросектор Российской Федерации кардинально на новый уровень производства за счет интегрированных цифровых платформ, транспарентности информации и реализации принципа комплементарности, что позволит оптимизировать производственные, логистические, сбытовые и иные бизнес-процессы предприятий, открыть новые возможности в рамках муниципального и регионального сотрудничества.

Предложенная модель базируется и направлена на повышение стратегического взаимодействия органов государственной власти на региональном и муниципальном уровне, научно-исследовательских центров и образовательных учреждений, производителей растениеводства и животноводства, иных организаций в смежных отраслях, выполняющих функцию поддержания агросектора.

Выводы/Conclusions

Сформированные предпосылки к цифровизации АПК и продемонстрированная эффективность AgTech-решений определили необходимость в

создании единого инструмента по управлению АПК страны — цифровой экосистемы, координирующей взаимодействие ключевых игроков отрасли.

Для разработки и дальнейшей имплементации единого механизма координации цифрового пространства АПК, состоящего из множества взаимосвязей и цифровых решений, авторами исследования были определены ключевые теоретико-методологические положения «цифровая экосистема», его структурные компоненты и отличия от теоретического двойника «цифровая платформа».

В рамках определения степени приемлемости внедряемого цифрового инструмента был проведен анализ текущего положения цифровизации предприятий и отраслей АПК.

По результатам исследования авторами установлено: в текущих условиях рассматриваемый период можно характеризовать как «переходный», что подтверждается ускоренным ростом внедрения цифровых решений в операционные бизнес-процессы производителей. При этом, сравнивая с другими отраслями экономики, процессу цифровизации АПК характерны низкие значения показателей в рамках внедрения AgTech-решений, что во многом обусловлено сформированными финансовыми, технологическими, кадровыми и иными барьерами.

Определенный перечень барьеров цифровой трансформации в большей степени влияет на МСП, составляющее значительную долю от всех организаций в АПК. В связи с этим разработанная модель направлена в первую очередь на поддержку, координацию, интеграцию МСП в единое информационное поле как ключевого и наиболее многочисленного участника сельскохозяйственного рынка.

С учетом проведенного теоретического анализа и анализа цифровизации АПК авторы исследования предложили модель цифровой экосистемы, которая направлена на преодоление существующих барьеров и повышение эффективности сельскохозяйственных предприятий с акцентом на МСП. Разработанная модель состоит из четырех основных контуров — государственного, научно-исследовательского, контура бизнес-структур и контрагентов, поддерживающих и обеспечивающих сельское хозяйство необходимыми инструментами в производстве.

Кооперация вышеперечисленных контуров позволит достичь максимального синергетического и экономического эффекта в рамках повышения эффективности отечественного агросектора посредством интеграции существующих цифровых решений, свободного доступа к исследовательским базам данных, коммерциализации разрабатываемых НИИ инноваций, обеспечения прозрачности и транспарентности информации, а также свободного доступа участников платформы к предложениям на рынке.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

FUNDING

The article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds under the state assignment of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Напольских Д.Л. Цифровые платформы и цифровые экосистемы: экономическая сущность и перспективы интеграции с инновационными кластерами. *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Экономика и управление*. 2023; (4): 5–14. <https://www.elibrary.ru/cewcew>
2. Воронин Б.А., Воронина Я.В., Чупина И.П., Чупин Ю.Н., Митин А.Н. Агропромышленный комплекс России как единая система отраслей народного хозяйства. *Аграрное образование и наука*. 2018; (2): 14. <https://www.elibrary.ru/uvmiyo>
3. Мусаев М.М. Пути повышения эффективности функционирования отраслей и предприятий АПК. *Деловой вестник предпринимателя*. 2020; (2): 73–75. <https://www.elibrary.ru/fvowje>
4. Гриднева А.О. Межотраслевые комплексы: понятие и виды. История межотраслевых комплексов. *Вестник науки*. 2024; (5–1): 35–41. <https://www.elibrary.ru/vqsrtq>
5. Меденников В.И. Системный анализ цифровых экосистем производственных отраслей на примере АПК. *Цифровая экономика*. 2021; (3): 34–51. <https://doi.org/10.34706/DE-2021-03-02>
6. Меденников В.И. Цифровая экосистема АПК: научный подход. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022; (2): 116–119. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_2_116
7. Добрынин В.А. Три главных направления выхода АПК из катастрофы. *АПК: экономика, управление*. 2001; (5): 18–24.
8. Иванов Г.И. Экономическая сущность и понятийный аппарат эффективности агропромышленного комплекса. *Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Экономика и управление*. 2018; 4(2): 34–42. <https://www.elibrary.ru/yimrczn>
9. Алтухов А.И., Силаева Л.П. Приоритет сельского хозяйства должен быть не разовым, а стратегией его развития. *Инновационное развитие АПК: Экономические проблемы и перспективы. Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию экономического факультета Кубанского ГАУ. Краснодар: КубГАУ*. 2020; 6–22. <https://www.elibrary.ru/pjotxd>
10. Галибин И.Г. Цифровые инновации в контексте устойчивого развития АПК региона. *Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности*. 2023; 12: 19–25. <https://www.elibrary.ru/txmsap>
11. Крылатых Э.Н., Проценко О.Д., Дудин М.Н. Актуальные вопросы обеспечения продовольственной безопасности России в условиях глобальной цифровизации. *Продовольственная политика и безопасность*. 2020; 7(1): 19–38. <https://www.elibrary.ru/vjvedz>
12. Ким В.В., Галактионова Е.А., Антонец К.В. Продовольственные потери и пищевые отходы на потребительском рынке РФ. *International agricultural journal*. 2020; 63(4): 1. <https://www.elibrary.ru/eefffc>
13. Тарасов В.И., Ершов В.В., Абрашкина Е.Д. Цифровая трансформация АПК: проблемы и перспективы. *Экономика сельского хозяйства России*. 2020; (7): 24–26. <https://doi.org/10.32651/207-24>
14. Гётц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики. *Форсайт*. 2020; 14(4): 61–78. <https://www.elibrary.ru/bedift>

REFERENCES

1. Napolskikh D.L. Digital platforms and digital ecosystems: economic essence and prospects of integration with innovation clusters. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Economics and management*. 2023; (4): 5–14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/cewcew>
2. Voronin B.A., Voronina Ya.V., Chupina I.P., Chupin Yu.N., Mitin A.N. Agro-industrial complex of Russia as a system of sectors of the economy. *Agrarian education and science*. 2018; (2): 14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/uvmiyo>
3. Musaev M.M. Ways to improve the efficiency of functioning of industries and enterprises of the agro-industrial complex. *Delovoy vestnik predprinimatel'ya*. 2020; (2): 73–75 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/fvowje>
4. Gridneva A.O. Intersectoral complexes: concept and types. History of intersectoral complexes. *Vestnik nauki*. 2024; (5–1): 35–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vqsrtq>
5. Medennikov V.I. System analysis of digital ecosystems of manufacturing industries using the example of the agro-industrial complex. *Digital economy*. 2021; (3): 34–51 (in Russian). <https://doi.org/10.34706/DE-2021-03-02>
6. Medennikov V.I. Digital ecosystem of the agroindustrial complex: a scientific approach. *International Agricultural Journal*. 2022; (2): 116–119 (in Russian). https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_2_116
7. Dobrynin V.A. Three main directions of the agro-industrial complex's exit from the disaster. *AIC: economy, management*. 2001; (5): 18–24 (in Russian).
8. Ivanov G.I. Economic essence and conceptual framework of efficiency of agro-industrial complex. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye*. 2018; 4(2): 34–42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yimrczn>
9. Altukhov A.I., Silaeva L.P. Agriculture priority should be not once, but by the strategy of its development. *Proceedings of the XV International Scientific and practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the Faculty of Economics of Kuban State University*. Krasnodar: Kuban State University. 2020; 6–22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pjotxd>
10. Galibin I.G. Digital innovations in the context of sustainable development of the agro-industrial complex of the region. *Strategiya predpriyatiya v kontekste povysheniya yego konkurentosposobnosti*. 2023; 12: 19–25 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/txmsap>
11. Krylatyh E.N., Protsenko O.D., Dudin M.N. Actual issues of ensuring food security in Russia in the context of global digitalization. *Food policy and security*. 2020; 7(1): 19–38 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vjvedz>
12. Kim V.V., Galaktionova E.A., Antonevich K.V. Food losses and food waste in the consumer market of the Russian Federation. *International agricultural journal*. 2020; 63(4): 1 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/eefffc>
13. Tarasov V.I., Ershov V.V., Abrashkina E.D. Digital transformation of agro-industrial complex: problems and prospects. *Economics of Agriculture of Russia*. 2020; (7): 24–26 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/207-24>
14. Götz M., Jankowska B. Adoption of Industry 4.0 technologies and company competitiveness: case studies from a post-transition economy. *Foresight and STI Governance*. 2020; 14(4): 61–78 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bedift>

15. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*. 2017; 43(1): 39–58. <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>

16. Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2018; 39(8): 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>

17. Williamson P.J., De Meyer A. Ecosystem Advantage: How to Successfully Harness the Power of Partners. *California Management Review*. 2012; 55(1): 24–46. <https://doi.org/10.1525/cmr.2012.55.1.24>

18. Клейнер Г.Б. Социально-экономические экосистемы в контексте дуального пространственно-временного анализа. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2018; 5(5): 5–13. <https://www.elibrary.ru/xtthjb>

19. Карпинская В.А. Экосистема как единица экономического анализа. Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий. Материалы II конференции отделения моделирования производственных объектов и комплексов ЦЭМИ РАН. М.: Центральный экономико-математический институт РАН. 2018; 2: 125–141. <https://doi.org/10.33276/978-5-8211-0769-5-125-141>

20. Дорошенко С.В., Шеломенцев А.Г. Предпринимательская экосистема в современных экономических исследованиях. *Журнал экономической теории*. 2017; (4): 212–221. <https://www.elibrary.ru/zvmlaz>

21. Акаткин Ю.М., Карпов О.Э., Коняевский В.А., Ясиновская Е.Д. Цифровая экономика: концептуальная архитектура экосистемы цифровой отрасли. *Бизнес-информатика*. 2017; (4): 17–28. <https://doi.org/10.17323/1998-0663.2017.4.17.28>

22. Федулова Е.А., Стародубцева А.К., Вервейн Д.Р. Стратегические вопросы цифрового развития экосистемы финансовой организации. *Стратегирование: теория и практика*. 2023; 3(1): 124–139. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-124-139>

23. Агафонова О.В., Кокорин А.В. Цифровая экосистема как конечный этап цифровой трансформации. Комплексное развитие сельских территорий Сибирского федерального округа. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАН П.М. Першукевича. Новосибирск: Золотой колос. 2023; 6–11. <https://www.elibrary.ru/odcfng>

24. Коробейников Д.А. Модель цифровой экосистемы агропромышленного комплекса. *Вестник университета*. 2023; (1): 83–91. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-1-83-91>

25. Морозов М.А., Морозова Н.С. Концепция цифровой экосистемы индустрии туризма и гостеприимства. *Современные проблемы сервиса и туризма*. 2020; 14(4): 27–36. <https://www.elibrary.ru/zzzfno>

26. Пешкова Г.Ю., Федоров К.Ф. Актуальные тенденции и проблемы цифровизации АПК. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022; (4–4): 150–153. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.139>

ОБ АВТОРАХ

Ольга Владимировна Пивоварова

кандидат экономических наук

ovpivovarova@fa.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1755-5972>

Сергей Леонидович Орлов

доктор экономических наук, профессор

orlov2011orlov@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4394-2335>

Астхик Аркадьевна Хачатрян

aahachatryan@fa.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6493-680X>

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Ленинградский пр-т, 55, Москва, 125167, Россия

15. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*. 2017; 43(1): 39–58. <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>

16. Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2018; 39(8): 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>

17. Williamson P.J., De Meyer A. Ecosystem Advantage: How to Successfully Harness the Power of Partners. *California Management Review*. 2012; 55(1): 24–46. <https://doi.org/10.1525/cmr.2012.55.1.24>

18. Kleyner G.B. Socio-economic ecosystems in the context of the dual spatial-temporal analysis. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2018; 5(5): 5–13 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xtthjb>

19. Karpinskaya V.A. Ecosystem as a unit of economic analysis. Systemic problems of domestic mesoeconomics, microeconomics, and enterprise economics. Proceedings of the II conference of the Department of modeling of production facilities and complexes of CEMI RAS. Moscow: Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences. 2018; 2: 125–141 (in Russian). <https://doi.org/10.33276/978-5-8211-0769-5-125-141>

20. Doroshenko S.V., Shelomentsev A.G. The entrepreneurial ecosystem in the contemporary socio-economic studies. *Russian Journal of Economic Theory*. 2017; (4): 212–221 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zvmlaz>

21. Akatkin Yu.M., Karpov O.E., Konyavsky V.A., Yasinovskaya E.D. Digital economy: Conceptual architecture of a digital economic sector ecosystem. *Business Informatics*. 2017; (4): 17–28 (in Russian). <https://doi.org/10.17323/1998-0663.2017.4.17.28>

22. Fedulova E.A., Starodubtseva A.K., Vervein D.R. Strategic issues of digital development of the ecosystem of a financial organization. *Strategizing: theory and practice*. 2023; 3(1): 124–139 (in Russian). <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-124-139>

23. Agafonova O.V., Kokorin A.V. Digital ecosystem as the final stage digital transformation. Integrated development of rural territories of the Siberian Federal District. Proceedings of the International scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Academician of the Russian Academy of Sciences P.M. Pershukovich. Novosibirsk: Zolotoy kolos. 2023; 6–11 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/odcfng>

24. Korobeynikov D.A. Digital ecosystem model of the agro-industrial complex. *Vestnik universiteta*. 2023; (1): 83–91 (in Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-1-83-91>

25. Morozov M.A., Morozova N.S. The concept of the digital ecosystem of the tourism and hospitality industry. *Service & tourism current challenges*. 2020; 14(4): 27–36 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zzzfno>

26. Peshkova G.Yu., Fedorov K.F. Current trends and problems of digitalization of the agro-industrial complex. *International Research Journal*. 2022; (4–4): 150–153 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.139>

ABOUT THE AUTHORS

Olga Vladimirova Pivovarova

Candidate of Economic Sciences

ovpivovarova@fa.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1755-5972>

Sergey Leonidovich Orlov

Doctor of Economics Sciences, Professor

orlov2011orlov@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4394-2335>

Astghik Arkadyevna Khachatryan

aahachatryan@fa.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6493-680X>

Financial University under the Government of Russian Federation,
55 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia