

МОДЕРНИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРА И АРКТИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Ю. В. Зворыкина¹, В. Г. Усов², М. Ю. Карелина³, О. М. Писарева³, М. Н. Белоусова³,
В. А. Алексеев³

¹ Московский государственный институт международных отношений (университет)
МИД Российской Федерации (Москва, Российская Федерация)

² НП «Российский национальный комитет содействия Программе ООН
по окружающей среде» (Москва, Российская Федерация)

³ Государственный университет управления (Москва, Российская Федерация)

Для цитирования

Зворыкина Ю. В., Усов В. Г., Карелина М. Ю. и др. Модернизация агропромышленного комплекса Севера и Арктики в условиях цифровой трансформации: концептуальные основы и проектные решения // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 1.

Статья поступила в редакцию 22 октября 2024 г.

Обоснованы концептуальные подходы и проектные решения к модернизации АПК российского Севера и Арктики. Сформулировано положение о сопряжении институциональных и технологических аспектов совершенствования системы ведения сельского хозяйства в полярных регионах страны; обоснована интеграция потенциала моделей многофункционального развития сельских территорий и ведения сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации производства и управления; представлены концептуальные положения и охарактеризованы технологические аспекты построения умного агропредприятия на основе модульной цифровой платформы сельхозпроизводства.

Ключевые слова: освоение Севера и Арктики, продовольственная безопасность, устойчивое развитие, кластерные стратегии, цифровизация, искусственный интеллект, роботизированные системы.

Введение

Задачи структурной и технологической трансформации российской экономики решаются в условиях жесточайшего санкционного давления. В этой связи важно синхронизировать вектор суверенного развития с ключевым приоритетом государства — учетом ценностных основ сохранения исторических традиций и защиты национальных интересов. Потенциал поступательного роста российской экономики во многом сосредоточен в арктических областях евро-

пейской, уральской, сибирской и дальневосточной частей страны, имеющих существенные различия в истории и интенсивности освоения. Динамика масштабных преобразований (формирование комфортной среды жизни и работы), постановка новых задач (обеспечение экономического суверенитета и технологического лидерства), изменение качества развития (повышение уровня социальных стандартов и требований экологической безопасности) при дальнейшем освоении северных и арктических территорий делают необходимыми разработку и реализацию комплексных мер по обеспечению стабильности самообеспечения террито-

рий сельскохозяйственным сырьем и продовольствием. Расширение локаций деловой активности¹ стимулирует развитие не только логистического, но и производственного потенциала удовлетворения возрастающего спроса на продукты питания. Все это невозможно без модернизации системы ведения сельского хозяйства и технологической базы агропромышленного комплекса (АПК) в районах Крайнего Севера и Арктической зоны России (далее — Северной России). Огромные площади этих территорий требуют решений по обоснованию локализации и специализации центров агробизнеса [1]. Потому объектом исследования стал сектор сельскохозяйственного производства северных территорий, а предметом — модернизация механизма продовольственного обеспечения Северной России на основе повышения внутреннего производственного потенциала АПК. Цель работы — обоснование общей концепции и проектных решений организационного и технологического характера в рамках ключевых направлений модернизации АПК Северной России в условиях цифровизации технологий производства и управления.

Методы исследования

В основу решения задач исследования положена верифицированная информация: данные официальной государственной и международной статистики, информация научных и экспертных публикаций, сведения аналитических и проектных материалов профильных компаний. Проведен анализ ключевых тенденций и проблем функционирования АПК Северной России, представлены подходы к модернизации сектора сельского хозяйства, а также обоснован механизм интеграции организационных и технологических решений повышения эффективности системы ведения сельскохозяйственного производства в экстремальных условиях на примере Республики Якутия (Саха). При работе в рамках системного и междисциплинарного подхода использованы методы обобщения и абстрагирования, приемы логического, контентного, экономического и экспертного анализа, статистической обработки данных и эконометрического моделирования.

Теоретические и практические аспекты развития АПК Северной России

Становление института стратегического планирования, реализация национальных проектов по ключевым направлениям социально-экономического и научно-технологического развития страны способствовали системной поддержке решений вопросов

трансформации и модернизации региональной экономики в направлении устранения территориальных диспропорций, остро ощущаемых в северных широтах страны. Адресная поддержка развития осуществляется в рамках государственных программ «Развитие Арктической зоны Российской Федерации» (оценка реализации за 2023 г.: эффективность — 97,9%, кассовое исполнение — 99,5%) и «Развитие Дальневосточного федерального округа» (92,9%, 99,5%)². Ряд вопросов поддержки развития сельхозсектора и организации устойчивого продовольственного снабжения регионов погружен в контекст реализации госпрограмм «Комплексное развитие сельских территорий» (100,0%, 100,0%), «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции» (99,6%, 100,0%) и «Развитие рыбохозяйственного комплекса» (99,2%, 98,2%)³. Для оценки внутреннего потенциала системы снабжения продовольствием регионов Северной России на рис. 1 иллюстрируются ключевые показатели функционирования сельскохозяйственного производства за 2018—2023 гг. Здесь отражены расчетные индикаторы темпов роста и структурных соотношений для показателей, полученных при обработке статистических сведений для сектора сельского хозяйства (Сектора) в институционально установленных границах районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий⁴.

Соответствующие графики показывают, что фондовооруженность работника Сектора демонстрирует замедляющийся рост в 2018—2022 гг. (для индикатора темпа роста CAGR⁵ составил -1,64%) и падение соотношения со значением по Сектору России в целом (для индикатора соотношения уровней CAGR = -1,43%), т. е. наблюдается признак относительного отставания технического перевооружения основных фондов; фондоотдача Сектора, оцененная по значению валовой добавленной стоимости, также показывает замедляющийся рост (для индикатора темпа роста CAGR = -3,82%) и падение соотношения со значением по Сектору России в целом (для индикатора соотношения уровней CAGR = -3,09%), т. е. имеется признак снижения относительной продуктивности

² Интернет-портал «Государственные программы Российской Федерации». — URL: <https://programs.economy.gov.ru/programs>.

³ Там же.

⁴ Постановление Правительства РФ «Об утверждении перечня районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, в целях предоставления государственных гарантий и компенсаций для лиц, работающих и проживающих в этих районах и местностях, признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и признании не действующими на территории Российской Федерации некоторых актов Совета Министров СССР» от 16 ноября 2021 г. № 1946. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_400590/.

⁵ Коэффициент совокупного среднегодового темпа роста соответствующего показателя (CAGR — Compound Annual Growth Rate).

¹ Речь идет о хозяйственной (добыча полезных ископаемых, рыбный промысел), инфраструктурной (обслуживание Северного морского пути и арктического воздушного коридора), исследовательской (работа метеорологической службы и геолого-разведочных экспедиций) и оборонной (защита полярных пограничных рубежей, экономической зоны Северного Ледовитого океана) сферах деятельности.

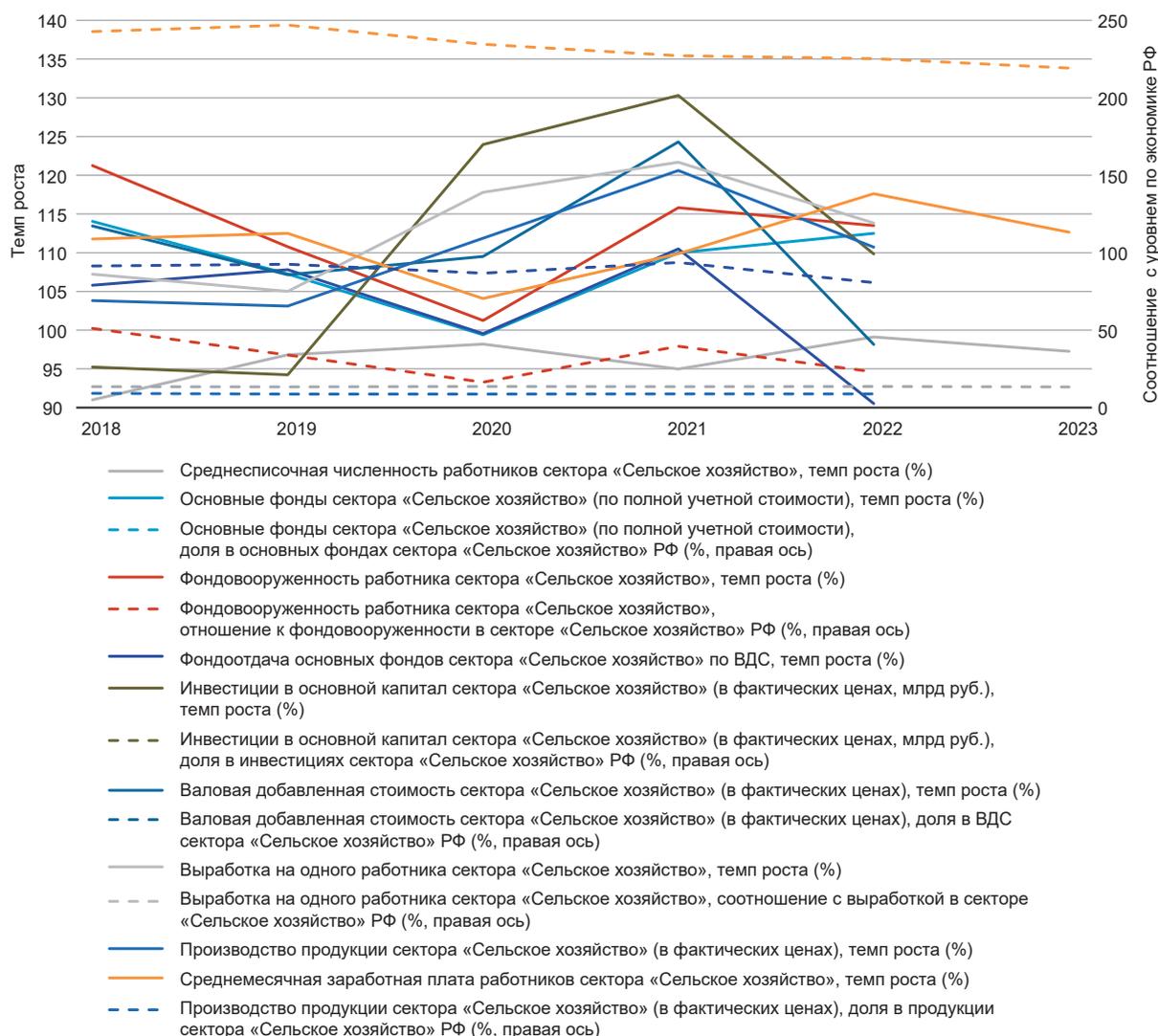


Рис. 1. Характеристика ключевых аспектов функционирования системы сельхозпроизводства в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территорий в 2018–2023 гг. Составлено авторами на основе сведений* и публикаций Росстата**
Fig. 1. Characteristics of key aspects of the agricultural production system operation in the Far North and equivalent areas in 2018–2023. Compiled by the authors based on the Rosstat data* and publications**

* См. интернет-портал Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации (Росстат), раздел «Официальная статистика» (<https://rosstat.gov.ru/folder/10705>).

** См.: Экономические и социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2000–2022 гг. / Росстат. – М., 2023. – С. 27–28, 129–132. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13279>; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023 / Росстат. – М., 2023. – С. 628–629, 658–661. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.

сти основных фондов; заработная плата работников Сектора при незначительной тенденции к повышению (для индикатора темпа роста CAGR = 0,16%) иллюстрирует падение соотношения со значением по Сектору России в целом (для индикатора соотношения уровней CAGR = –2,02%), т. е. идентифицирован признак снижения ценности труда.

Расширение хозяйственной экспансии в районах Северной России обусловило активизацию экспертного и научного поиска решения возникающих здесь проблем. Научные школы экономического районирования и территориального размещения производств восходят к исследованиям начала XIX в., современные теории пространственного развития во

многом основаны на идеях П. Кругмана, обозначившего факторы территориальной поляризации национальной экономики: урбанизацию и метрополилизацию экономического пространства [1; 2]. Ключевыми чертами отечественной школы пространственной экономики стали методологическая целостность, нормативная ориентированность и прикладная значимость изысканий о закономерностях и особенностях территориального строения системы хозяйствования (отметим здесь исследование по тематике региональных диспропорций субъектов Федерации [3]). Историческая характеристика сельхозпроизводства в районах Крайнего Севера представлена в [4]. Оценка предпосылок и возможностей его

развития в условиях северных и арктических территорий приведена в [5]. Тенденции в сфере традиционных промыслов охарактеризованы в [6]. Опыт развития сельского хозяйства зарубежных арктических стран оценен, например, в [7]. Предпринимательские аспекты устойчивого развития (концепция Sustainable Development Goals — SDGs) легли в основу разработки свода правил ведения бизнеса, способствующих устойчивому развитию, что оформило идеологический и технологический переход к сбалансированной эколого-социальной повестке так называемого ответственного бизнеса и управления (концепция Environment, Social, Governance — ESG). ESG-модель предполагает ответственность агробизнеса перед будущим и снижение рисков для биоразнообразия, что коррелирует с концептом *многофункциональности сельского хозяйства* в развитии не только экономики страны, но государства и общества в целом [8]. Специфика обеспечения продовольственной безопасности полярных областей России представлена в [9]. В [10] оценены техногенные риски интенсификации экономической активности и охарактеризованы методы обеспечения экологической безопасности при утилизации производственных отходов в условиях Арктической зоны. Вопросы эволюции информационных технологий в АПК рассмотрены в [11]; особенности применения цифровых технологий ведения сельского хозяйства в неблагоприятных природно-климатических условиях представлены в [12].

Решение задач нового этапа хозяйственного освоения полярных и субполярных областей, включая совершенствование системы ведения сельского хозяйства, требует существенного увеличения объема и изменения структуры инвестиционных издержек как в государственном, так и в корпоративном секторах. Целесообразность планов развития северных регионов (в том числе АПК) определяется совокупным соотношением аспектов оценки государственной необходимости и коммерческой эффективности с преобладанием критериев социальной значимости. Характерными факторами «северного» удорожания являются: повышенная стоимость основных фондов, трудовых и материальных ресурсов, вызывающая рост текущих, инвестиционных, инфраструктурных и социальных издержек. Выравнивание уровня развития северных районов осложнено расположением моноотраслевых промышленных комплексов в ограниченных локациях, обусловленных природно-климатическими и производственно-транспортными факторами. Кроме того, в самих регионах Северной России сильно дифференцированы условия деятельности и уровни развития. Это предопределяет сложившуюся взаимосвязь зон расселения и хозяйствования, влияющих также на уровень издержек распределения продукции сельского хозяйства.

Изменения в экономике северных регионов, связанные с совершенствованием системы местного сельхозпроизводства, во многом определяются результатами прогресса техники и технологий в усло-

виях активной цифровой трансформации. Анализ показал, что характеристики возможностей и ограничений развития базы сельского хозяйства в регионах Северной России репрезентативно освещены экспертным сообществом и активно используются для выработки регуляторных мер. Тем не менее в проводимых научных исследованиях еще не найдена адекватного отражения задача сопряжения имеющихся и перспективных разнородных решений в технической и административной сферах организации и ведения сельского хозяйства, обеспечивающих рост потенциала АПК в этих районах.

Отчетливо проявляется тенденция перехода к модели суверенной экономики и преодолению неравномерности регионального развития на основе *нового поколения* технических решений, обусловленных применением цифровых технологий во всех сферах производства и управления. В развитии АПК Северной России цифровая трансформация ведет к широкому использованию интеллектуальных и роботизированных систем, предопределяя рациональное решение целого ряда взаимосвязанных задач. Прямая экономия ресурсов достигается за счет оптимизации их расхода по локальным нормам реализации операций на стадиях полного цикла сельхозпроизводства с учетом адресного прогноза климатических, гидрологических и метеорологических условий, а также актуальных оценок характеристик почв при ведении точного земледелия. Косвенная экономия ресурсов достигается, например, при сокращении логистических издержек пополнения запасов с учетом сезонного характера работ. При этом цифровизация АПК позволяет обеспечить удержание и приток трудовых ресурсов в районах хозяйствования за счет создания высокотехнологичных рабочих мест для операторов роботизированных и автоматических комплексов с расширением зон и повышением норм обслуживания в рамках основных и обеспечивающих бизнес-процессов. Меняется характер деятельности специалистов и руководителей линейных и функциональных служб хозяйств при реализации управленческих процедур при их переводе в цифровой формат. Эти перспективы требуют разработки и реализации согласованных мер для интеграции организационных и технологических решений инновационного развития сельскохозяйственного сектора северных регионов. Многие сегодня делается на федеральном и региональном уровнях исполнительной власти. В частности, финансирование региональных программ районов Крайнего Севера по подпрограмме «Комплексное развитие сельскохозяйственных территорий», предусмотренных ее паспортом по ряду арктических регионов, составило ⁶: в Республике Коми (2024—2030 гг.) — 1472,8 млн руб., в Мурманской области (2021—2026 гг.) — 7590,7 млн руб., в Ре-

⁶ Интернет-портал «Государственные программы Российской Федерации». — URL: <https://programs.economy.gov.ru/gp/-/subject/-/direction/3/gp/31/gpVersion/10264>.

спублике Карелия (2019—2025 гг.) — 9709,7 млн руб., в Архангельской области (2024—2026 гг.) — 2714,7 млн руб., в Чукотском автономном округе (2014—2025 гг.) — 26 060,3 млн руб., в Республике Саха (Якутия) (2020—2025 гг.) — 9050,7 млн руб. Стоит учесть, что для запуска механизма самофинансирования проектов развития требуются длительные горизонты планирования и масштабное финансирование, так как при общем высоком уровне рискованности условия развития сельхозсектора на этих территориях сильно дифференцированы.

Большие территории и низкая плотность центров хозяйственной активности определяют необходимость сочетания организационных и технологических решений для совершенствования механизма продовольственного обеспечения населения, занятого решением стратегических задач освоения и развития полярных районов страны. Здесь важны обоснованные мероприятия по рациональной локализации и специализации местных агропредприятий, а также целевая модернизация и расширение их технической базы. Ключевой вопрос ведения хозяйства для малых агропредприятий и индивидуальных фермеров — полная стоимость вхождения в цифровую среду для создания и поддержания рентабельного агробизнеса в условиях оптимизации профиля урбанизированных арктических территорий. В этой связи выделены три концепции моделей многофункционального развития территорий и соответствующие им модели сельхозразвития [13]:

- *отраслевая*: опирается на развитие сельского хозяйства; основные цели государственной политики здесь заключаются в росте конкурентоспособности рыночно ориентированных производственных структур преимущественно за счет увеличения масштабов производства;
- *перераспределительная*: способ сокращения разрыва между наиболее отсталыми сельскими районами и другими территориями страны с более диверсифицированным представительством отраслей национальной экономики;
- *территориальная*: формирование взаимосвязей внутри локальной экономики — сельской территории; эта модель развития не сводит прогресс сельских территорий исключительно к совершенствованию лишь сельхозпроизводства и наиболее близка к пониманию многофункциональности современного сельского хозяйства.

Национальные правительства и наднациональные структуры выделяют ряд аспектов многофункциональности сельского хозяйства. Так, в ЕС главной задачей считают поддержку способности агросектора поставлять общественные блага с учетом состояния окружающей среды и жизнеспособности сельских районов [14]: подчеркивается важность защиты здоровья и природных ландшафтов, сохранения культурного наследия и биологического разнообразия, обеспечения продовольственной безопасности и потребностей рассредоточенного населения. При этом единство функций не исключает

возникновения противоречий. Так, техническое развитие сельского хозяйства может сопровождаться ухудшением окружающей среды. В данном контексте подчеркивается, что цифровые продукты в АПК обеспечивают сбалансированное повышение уровня экономической эффективности и экологической безопасности деятельности агропредприятий. Этого можно достичь за счет роста продуктивности и снижения ресурсоемкости традиционных факторов производства, способствуя предотвращению загрязнений и сокращению отходов на всех стадиях производства пищевой продукции и сельхозсырья. Координация стейкхолдеров проектов цифровизации при структурной и технологической модернизации регионального агробизнеса может обеспечить диффузию инноваций при гармоничном освоении и использовании потенциала Северной России. Для природной экосистемы важна такая характеристика цифровой платформы (ЦП) умного сельхозпроизводства, как охват полного цикла производства замыкающими технологиями, что создает механизм обеспечения экологической нейтральности ведения агробизнеса с рациональной утилизацией отходов и минимизацией ущерба окружающей среде, способствует сохранению биологического разнообразия и уникальных ландшафтов. Другая специфика создания цифровых решений — построение единой сетевой среды коммуникации бизнеса, государства и общества, облегчающей координацию их деятельности с учетом экологических требований и социальных обязательств [15].

Цифровизация в экосистеме АПК формирует предпосылки наращивания и реализации совокупного потенциала взаимодействующих предприятий и организаций в единой производственной цепочке переработки продукции сельского хозяйства при доведении до конечного потребителя. Наблюдается концептуальное единство подходов к кластерной организации производства и многофункциональности развития территории, что в исследовательском и операциональном отношении позволяет рассматривать эти взаимосвязанные и взаимодополняемые решения для обеспечения устойчивого прогресса АПК и региональной экономики в целом. Идеям и целям роста уровня благосостояния общества и благополучия населения релевантна интеграция моделей многофункциональности развития сельскохозяйственных территорий и платформенной цифровой трансформации агропредприятий. Примеры цифровых платформенных решений для агробизнеса в неблагоприятных природных условиях приведены в табл. 1.

В рамках построения сервисов ЦП формируется единый источник достоверных данных об окружающей среде на основе применения технологий спутниковой связи, сенсорных электронных датчиков и методов машинного обучения, что дает значимую информацию фермерам и операторам цепочек поставок для планирования и управления в условиях погодных изменений с оценкой страхования рисков.

Таблица 1. Характеристика цифровых решений и платформ для сельского хозяйства в странах зоны рискованного земледелия

Table 1. Characteristics of digital solutions and platforms for agriculture in the countries of the risky farming zone

Направление	Наименование	Описание
Цифровые платежи	Xente	Xente — кроссплатформенное приложение для электронной коммерции: платежи и переводы
	MobiPay AgroSys Ltd	MobiPay — комплекс цифровых услуг по продвижению финансовых операций фермеров
		AgPlus — ЦП маркетинга и закупок в цифровом формате
	AgriShare	Приложение для аренды или сдачи в аренду сельхозтехники
Agri-Logistics	ЦП сельскохозяйственной логистики: курьерская доставка, грузоперевозка товаров, складские услуги	
Кредитование	Akello banker	Приложение для цифровых платежных услуг, залогового кредитования сельхозресурсов и связей с производством
	Nampya Farmers Market	ЦП рынка агропродукции и связей фермеров и продавцов продуктов питания
	Pula	ЦП оказания услуг мелким фермерам по сельхозстрахованию
	Akaboxi	ЦП финансовой доступности для совместного управления и контроля мелкими фермерами своих сбережений

Примечание: составлено авторами на основе [16].

Note: compiled by the authors on the basis of [16].

На базе обзора экспертов интернет-портала системы управления государственными программами России ICTworks ⁷ (на основе доклада [17]) представлены ключевые направления использования цифровых продуктов и платформ на основе IoT-решений для интеллектуальных сельхозуслуг. Настройка пакетов технологий в рамках ЦП обеспечивает гибкость конструирования бизнес-процессов хозяйств различного профиля и размера, а специализация деятельности не исключает единой схемы построения интерфейса доступа к общим цифровым сервисам, поддерживающим рентабельность использования в агробизнесе электронных данных и универсальных знаний [18].

Результаты исследования

Изучение проблем и задач совершенствования АПК Северной России показало, что для его результативной модернизации требуется рациональное и согласованное сочетание инноваций, где выделяются две взаимосвязанные сферы преобразований:

- *организационные*, преобразующие институциональный механизм и связи агропредприятия на основе модели многофункционального развития сельских территорий;
- *технологические*, преобразующие хозяйственную архитектуру и инфраструктуру агропредприятия на

основе модели цифровой платформы поддержки системы ведения сельхозпроизводства.

Сформулированное положение об интеграции этих решений создает предпосылки устойчивого и гармоничного роста уровня социально-экономического благополучия северных и арктических районов России. Аспекты модернизации АПК включают в рамках *первого направления* обоснование принципов и механизмов формирования профиля специализации и локализации центров сети АПК региона с использованием модели хозяйственной деятельности многофункциональных сельских территорий, в рамках *второго* — обоснование принципов и способов построения гибкой архитектуры ЦП поддержки технологий производства и управления в соответствии с географическим и рыночным позиционированием центров сети АПК региона/района. Следовательно, для обеспечения технологической независимости и продовольственной безопасности страны при модернизации АПК Северной России решение ряда научных и технических задач ⁸ должно быть сопряжено с реализацией проектов совершенствования организационных форм специализации и кооперации агропредприятий при гармонизации

⁸ В смежных областях биотехнологий и геномной инженерии, робототехники и искусственного интеллекта, а также цифровой инфраструктуры и сервисов.

⁷ <https://www.ictworks.org/iot-solutions-for-smart-agriculture/>.

ции пространственного развития северных и арктических территорий.

В рамках представленного подхода была предложена концепция формирования агропромышленных кластеров на территории Республики Саха (Якутия). Сбалансированный размер и функционал кластеров позволяют им стать значимым драйвером социально-экономического развития этого региона. С учетом рассмотренных выше особенностей ведения северного сельского хозяйства были разработаны проектные предложения о создании в Якутии системы органического сельского хозяйства для достижения регионального продовольственного суверенитета⁹. В рамках агрокластера созданы взаимосвязанные комплексы молочного животноводства, клеточного звероводства, пасечного пчеловодства, центр агротуризма. Ориентация на замкнутый цикл сельхозпроизводства поддерживалась созданием инфраструктуры технологий утилизации органических отходов (для 100%-ного обеспечения внутренней потребности в электро- и теплоэнергии) и восстановления плодородия почв на основе органических удобрений. Технологический пакет включает решения: «умное поле», «умный коровник», «умная логистика» (с поэтапным ростом использования электротранспорта, в том числе беспилотного). Расчетный срок реализации проекта — 7 лет, плановый объем инвестиций на весь срок реализации — 11,5 млрд руб., включая финансирование создания и внедрения ЦП управления внутренними и внешними связями АПК-кластера с фокусом на экспансию поставок продукции резидентов кластера с защитой торговых марок оригинального локального ассортимента товаров.

Опыт обоснования и реализации концепции агрокластера показал, что проявление синергетических эффектов определяется качеством структурных и функциональных решений ЦП (прототип собственной разработки) всех участников проекта в рамках многофункционального развития сельской территории. Поэтому для успешного применения инновационных решений по организации системы умного ведения сельского хозяйства принципиальное значение приобретают методология и инструментарий проектирования цифровой платформы АПК. Ее концепт должен исходить из реализации принципов иерархичности, модульности, адаптивности и масштабируемости архитектурных и технологических решений. Критически важна ориентация на закрепленные государством стандарты по унификации форматов и шаблонов описания архитектурных решений для ЦП и сервисов в сфере публичного

управления, предложенных в «ГосТех»¹⁰. Приведем существенные аспекты полного и корректного обоснования параметров, определяющих архитектурные и сервисные решения ЦП агропредприятия/агрохолдинга:

- состав центров компетенций умного агропредприятия;
- стадии и операции полного цикла сельхозпроизводства;
- состав участников агрокластера;
- состав связей агентов интегрированной среды агрокластера;
- состав центров компетенций профильных регулирующих и надзорных органов;
- пакет необходимых и доступных сквозных информационных технологий¹¹;
- требования к аппаратно-программному обеспечению вычислительной и коммуникационной инфраструктуры.

Представленные положения и оценки позволили сформулировать концептуальные основы модернизации АПК Северной России на основе механизма интеграции организационных (сопряжение отраслевых и территориальных аспектов инноваций в рамках многофункциональной модели развития сельских территорий) и технологических (сопряжение технических и аналитических аспектов инноваций в рамках мультимодальной модели ЦП сельхозпроизводства) проектных решений.

Обсуждение результатов

По итогам исследования сформулированы характеристики ключевых проектных решений по модернизации АПК северных субъектов России:

- в организационной сфере: использование моделей кластеризации хозяйств и многофункциональности территорий при формировании рационального профиля специализации и локализации центров сети АПК региона/района позволяет создать базу эффективной кооперации хозяйств в основной и комплементарной сферах деятельности с использованием государственной поддержки внешней логистики и дистрибуции;
- в технологической сфере: использование моделей платформенной архитектуры и мультимодальности решений при построении гибкой архитектуры функциональных и служебных цифровых сервисов позволяет создать базу использования мультимодальной и мультимодульной распределенной струк-

⁹ Указ главы Республики Саха (Якутия) «О Совете при Главе Республики Саха (Якутия) по благополучию и устойчивому развитию» от 14 июля 2021 г. № 1972. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/574814791>.

¹⁰ Методические рекомендации по проектированию и утверждению целевой архитектуры домена с использованием единой цифровой платформы «ГосТех» / ФКУ Государственные технологии («ГосТех»). — М., 2022. — 166 с. — URL: https://platform.gov.ru/wp-content/uploads/2022/12/Методика_проектирования_целевой_архитектуры_домена-1.pdf.

¹¹ Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»». — URL: <https://национальныепроекты.рф/projects/tsifrovaya-ekonomika>.

туры накопления и обработки цифровых данных (с ответственностью пользователей ЦП для взаимовыгодного обмена электронной информацией по профилям и зонам деятельности в полном цикле сельхозпроизводства).

Развитие сети локализации центров постоянно и временного присутствия жителей и работников в исторических и новых зонах освоения Севера, и прежде всего на арктическом побережье, определяется решением вопроса создания технологически рентабельной электрогенерации: для комфортной среды жизни и работы нужен спектр технических решений по построению компактных стационарных и мобильных систем энерго-, тепло- и водоснабжения. Внедрение ЦП при модернизации АПК, построенного с учетом модели кластеризации хозяйственной деятельности сельских территорий регионов Северной России, позволяет повысить урожайность/продуктивность ведения сельского хозяйства на основе использования роботизированных и интеллектуальных систем, обеспечивающих рост рентабельности активов и снижение экологической нагрузки агробизнеса. Ожидаемая результативность платформенных решений при реализации проектов модернизации АПК в районах Северной России связана с: 1) сокращением транзакционных издержек функционирования механизма производственной и потребительской кооперации резидентов агрокластера¹²; 2) формированием среды доверия и открытых коммуникаций; 3) накоплением цифровых данных и знаний, повышающих продуктивность сельхозпроизводства при росте доходов и снижении издержек агропредприятий за счет точной идентификации условий реализации технологических операций, рационального использования материальных ресурсов и сбалансированного позиционирования производимой продукции.

Выводы

Проведенный анализ позволил охарактеризовать основные тренды и критические проблемы функционирования АПК Северной России в контексте обеспечения продовольственной безопасности и модернизации сельского хозяйства, касающиеся прежде всего отставания темпов роста фондоемкости и оплаты труда работников Сектора в сравнении с общероссийскими характеристиками. Обозначенные направления совершенствования организации и ведения умного сельхозпроизводства полного цикла в условиях цифровизации позволяют преодолеть эти разрывы за счет изменения структуры основных фондов в пользу роботизированных систем и интеллектуальных технологий АПК, предполагающих соответствующую коррекцию требова-

ний к квалификации работников для создаваемых высокотехнологичных и высокооплачиваемых рабочих мест.

С учетом специфики районов с неблагоприятными природно-климатическими и пространственно-географическими условиями предложен подход к интеграции организационного и экономического потенциала моделей многофункционального развития сельских территорий и ведения умного сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации производства и управления. Результаты исследования позволяют сформировать концептуальные положения, разработать организационные решения и обосновать требования к ЦП механизма продовольственного обеспечения регионов Северной России. Развитие агропредприятий должно осуществляться с использованием преимуществ кластерных стратегий ведения хозяйственной деятельности в сложных природных условиях и трудосберегающих технологий на основе специализированных роботизированных и интеллектуальных систем.

В рамках исследования предложено концептуальное и техническое обоснование модернизации АПК Северной России, которое включает: 1) обоснование профиля центров хозяйственной активности с учетом многофункциональности территорий деятельности кооперирующихся сельхозпроизводителей (в отличие от логики коммерческой автономности); 2) построение архитектуры ЦП с учетом федеративного принципа организации сбора и обработки электронных данных по стадиям полного цикла сельскохозяйственного производства (в отличие от используемого функционального принципа), адресно и точно учитывающих погодноклиматические условия ведения технологических операций на участках и в подразделениях агропредприятия в северных и арктических районах. Полученные научные результаты могут найти практическое применение в сфере корпоративного и публичного управления при разработке и реализации решений о создании и развитии локальных агрокластеров, формировании и управлении инвестиционными проектами модернизации агропредприятий, проектировании архитектуры и построении модулей ЦП АПК. Сформулированные положения могут служить основой формирования методических рекомендаций по созданию локальных агропромышленных кластеров, а также специализированных ЦП, поддерживающих пакет технологий для конкретного профиля ведения производства на основе применения роботизированных систем и интеллектуальных устройств с учетом требований построения полного замкнутого цикла сельхозпроизводства в экстремальных условиях.

Финансирование

Статья выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2024-542.

¹² Анализ начального этапа функционирования упомянутого агрокластера показал, что формирование новой контрактации в рамках ЦП привело к сокращению времени оформлений почти в два раза и снижению бюджета договорного отдела примерно на 20% (на начало 2024 г.).

Литература/References

1. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0: Доклад Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» / Под ред. Н. В. Орловой. — М.: Издат. дом Высшей школы экономики, 2020. — 128 с.
Innovative development of the agro-industrial complex in Russia. Agriculture 4.0: Report of the National Research University Higher School of Economics. Ed. by N. V. Orlova. Moscow, Publishing House of the Higher School of Economics, 2020, 128 p. Available at: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/361056435.pdf>. (In Russian).
2. Кочнев А. А. «Пространственная экономика» и «региональная экономика»: сходства и различия понятий // Стратегии бизнеса. — 2022. — Т. 10, № 5. — С. 124—127. — DOI: 10.17747/2311-7184-2022-5-124-127.
Kochnev A. A. “Spatial economics” and “regional economics”: similarities and differences of concepts. Business strategies, 2022, vol. 10, no. 5, pp. 124—127. DOI: 10.17747/2311-7184-2022-5-124-127. (In Russian).
3. Минакир П. А. Российское экономическое пространство. Стратегические тупики // Экономика региона. — 2019. — Т. 15, вып. 4. — С. 967—980. — DOI: 10.17059/2019-4-1.
Minakir P. A. Russian Economic Space: Strategic Impasses. Ekonomika regiona [Economy of region], 2019, vol. 15, iss. 4, pp. 967—980. DOI: 10.17059/2019-4-1. (In Russian).
4. Иванов В. А. Аграрный сектор Севера и Арктики: исторический аспект, направления развития // Арктика: экология и экономика. — 2022. — Т. 12, № 4. — С. 559—571. — DOI: 10.25283/2223-4594-2022-4-559-571.
Ivanov V. A. Agricultural sector of the North and the Arctic: historical aspect, directions of development. Arctic: Ecology and Economy, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 559—571. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-4-559-571. (In Russian).
5. Иванов В. А., Иванова Е. В. Сельское хозяйство Северных и Арктических территорий: предпосылки, условия и возможности развития // Вестн. Науч.-исслед. центра корпоратив. права, управления и венчур. инвестирования Сыктывкар. гос. ун-та. — 2017. — № 2. — С. 22—33.
Ivanov V. A., Ivanova E. V. Agriculture of Northern and Arctic territories: prerequisites, conditions and possibilities of development. Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo tsentra korporativnogo prava, upravleniya i venchurnogo investirovaniya Syktyvkar-skogo gosudarstvennogo universiteta [Corporate governance and innovative economic development of the North: Bull. of the Research Center of Corporate Law, Management and Venture Capital of Syktyvkar State University], 2017, no. 2, pp. 22—33. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29809760>. (In Russian).
6. Потравный И. М., Елсаков В. В. Анализ тенденций развития традиционных промыслов коренных народов в условиях климатических изменений (на примере Новосибирских островов и прибрежных арктических районов Якутии) // Арктика: экология и экономика. — 2024. — Т. 14, № 2. — С. 301—311. — DOI: 10.25283/2223-4594-2024-2-301-311.
Potravny I. M., Elsakov V. V. Analysis of trends in the development of traditional trades of indigenous peoples in the context of climate change (using the example of the Novosibirsk Islands and the coastal Arctic regions of Yakutia). Arctic: Ecology and Economy, 2024, vol. 14, no. 2, pp. 301—311. DOI: 10.25283/2223-4594-2024-2-301-311. (In Russian).
7. Stevenson K. T., Alessa L., Kliskey A. D., Rader H. B., Pantoja A., Clark M. Sustainable Agriculture for Alaska and the Circumpolar North: Part I. Development and Status of Northern Agriculture and Food Security. ARCTIC, 2014, vol. 67, no. 3, pp. 271—295. Available at: <https://pubs.aina.ucalgary.ca/arctic/Arctic67-3-271.pdf>.
8. Авакумова Г. В. Агрополис как комплексная система развития предпринимательских структур в сельских территориях // Агропродовольств. политика России. — 2017. — № 7. — С. 75—80.
Avvakumova G. V. Agropolis as an integrated system for the development of entrepreneurial structures in rural areas. Agroprodovolstvennaya politika Rossii, 2017, no. 7, pp. 75—80. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_30004760_74492165.pdf. (In Russian).
9. Иванов В. А. Особенности обеспечения продовольственной безопасности населения Севера и Арктики России // Арктика: экология и экономика. — 2021. — Т. 11, № 4. — С. 596—606. — DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-596-606.
Ivanov V. A. Features ensuring food security for the population of the North and Arctic of Russia. Arctic: Ecology and Economy, 2021, vol. 11, no. 4, pp. 596—606. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-596-606. (In Russian).
10. Седнев В. А., Дроздов Д. А., Сергеенкова Н. А. Методы обеспечения экологической безопасности при утилизации отходов в труднодоступных районах Арктической зоны // Арктика: экология и экономика. — 2022. — Т. 12, № 3. — С. 444—453. — DOI: 10.25283/2223-4594-2022-3-444-453.
Sednev V. A., Drozdov D. A., Sergeenkova N. A. Methods for ensuring environmental safety in waste disposal in hard-to-reach areas of the Arctic zone. Arctic: Ecology and Economy, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 444—453. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-3-444-453. (In Russian).
11. Монахов С. В., Уколова Н. В. Цифровая трансформация трансфера технологий в сельском хозяйстве: создание и использование цифровых платформ // АПК: экономика, управление. — 2022. — № 6. — С. 25—32. — DOI: 10.33305/226-23.
Monakhov S. V., Ukolova N. V. Digital transformation of technology transfer in agriculture: creation and use of digital platforms. APK: ekonomika, upravlenie, 2022, no. 6, pp. 25—32. DOI: 10.33305/226-23. (In Russian).

12. Щербанова А. С., Иванов В. А. Специфика и направления цифровизации аграрного сектора северного региона // Корпоратив. управление и инновац. развитие экономики Севера: Вестн. Научно-исслед. центра корпоратив. права, управления и венчур. инвестирования Сыктывкар. гос. ун-та. — 2024. — Т. 4, вып. 2. — С. 141—156. — DOI: 10.34130/2070-4992-2024-4-2-141.
- Shcherbakova A. S., Ivanov V. A. Specificity and directions of digitalization of the agricultural Sector of the northern region. Korporativnoe upravlenie i innovatsionnoe razvitie ekonomiki Severa: Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo tsentra korporativnogo prava, upravleniya i venchurnogo investirovaniya Syktyvkarskogo gosudarstvennogo universiteta [Corporate Governance and Innovative Development of the Economy of the North: Bull. of the Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University], 2024, no. 4 (2), pp. 141—156. DOI: 10.34130/2070-4992-2024-4-2-141. (In Russian).
13. Мантино Ф. Сельское развитие в Европе. Политика, институты и действующие лица на местах с 1970-х годов до наших дней (издание на русском языке) / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO UN), Нью-Йорк. — Milano: Business media of the Sole 24 Ore, 2010. — 272 с.
- Mantino F. Rural development in Europe. Politics, institutions and actors on the ground from the 1970s to the present day (Russian edition). Food and agriculture organization of the United Nations (FAO UN), New York. Milano, Business media of the Sole 24 Ore, 2010, 272 p. Available at: [https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/tci/docs/WP4-\(rus\)Rural%20development%20in%20Europe.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/tci/docs/WP4-(rus)Rural%20development%20in%20Europe.pdf). (In Russian).
14. The state of food and agriculture 2023. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, FAO UN, 2023, 120 (xxv) p. Available at: <https://www.fao.org/documents/card/ru?details=cc7724en>.
15. Абилова Е. В. Цифровые платформы в совершенствовании деятельности сельскохозяйственной кооперации // Общество, экономика, управление. — 2023. — Т. 8, № 3. — С. 44—49. — DOI: 10.47475/2618-9852-2023-8-3-44-49.
- Abilova E. V. Digital platforms in improving the activities of agricultural cooperation. Society, economy, management, 2023, vol. 8, no. 3, pp. 44—49. DOI: 10.47475/2618-9852-2023-8-3-44-49. (In Russian).
16. Ajambo S., Ogutu S., Birachi E., Kikulwe E. Digital Agriculture Platforms: Understanding Innovations in Rural Finance and Logistics in Uganda's Agrifood Sector. International food policy research institute. Washington, CGIAR, 2022, 53 p. Available at: <https://cgspace.cgiar.org/items/23a567a4-b263-488f-ac86-df029f2d03b9>.
17. IoT for Development: Use cases delivering impact / Report, Global System for Mobile Association. London, GSMA, 2023, 66 p. Available at: <https://www.ictworks.org/wp-content/uploads/2023/03/IoT-for-Development.pdf>.
18. Зацаринный А. А., Меденников В. И., Райков А. Н. Интеграция приложений искусственного интеллекта в единую цифровую платформу АПК // Информ. о-во. — 2023. — № 1. — С. 127—138. — DOI: 10.52605/16059921_2023_01_127.
- Zatsarinny A. A., Medennikov V. I., Raikov A. N. Integration of agricultural artificial intelligence applications into a single digital platform. Informacionnoe obshhestvo, 2023, no. 1, pp. 127—138. DOI: 10.52605/16059921_2023_01_127. (In Russian).

Информация об авторах

Зворыкина Юлия Викторовна, доктор экономических наук, профессор, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (119454, Россия, Москва, просп. Вернадского, д. 76), e-mail: kps2008@mail.ru.

Усов Виктор Георгиевич, исполнительный директор, НП «Российский национальный комитет содействия Программе ООН по окружающей среде» (119334, Россия, Москва, Ленинский просп., д. 32а), e-mail: upercot@mail.ru.

Карелина Мария Юрьевна, доктор технических наук, доктор педагогических наук, проректор, Государственный университет управления (109542, Россия, Москва, Рязанский просп., д. 99), e-mail: myu_karelina@guu.ru.

Писарева Ольга Михайловна, кандидат экономических наук, директор Института информационных систем, Государственный университет управления (109542, Россия, Москва, Рязанский просп., д. 99), e-mail: om_pisareva@guu.ru.

Белюсова Мария Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем, Государственный университет управления (109542, Россия, Москва, Рязанский просп., д. 99), e-mail: mn_belousova@guu.ru.

Алексеев Вячеслав Аркадьевич, кандидат экономических наук, научный сотрудник Центра управления инжиниринговыми проектами, Государственный университет управления (109542, Россия, Москва, Рязанский просп., д. 99), e-mail: va_alekseev@guu.ru.

MODERNIZATION OF THE NORTH AND THE ARCTIC AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX UNDER DIGITAL TRANSFORMATION: CONCEPTUAL FOUNDATIONS AND DESIGN SOLUTIONS

Zvorykina, Yu. V.¹, Usov, V. G.², Karelina, M. Yu.³, Pisareva, O. M.³, Belousova, M. N.³, Alexeev, V. A.³

¹ MGIMO University (Moscow, Russian Federation)

² UNEP COM (Moscow, Russian Federation)

³ State University of Management (Moscow, Russian Federation)

For citing

Zvorykina Yu. V., Usov V. G., Karelina M. Yu., Pisareva O. M., Belousova M. N., Alexeev V. A. Modernization of the North and the Arctic agro-industrial complex under digital transformation: conceptual foundations and design solutions. Arctic: Ecology and Economy, 2025, vol. 15, no. 1. (In Russian).

The article was received on October 22, 2024

Abstract

The conceptual approaches and design solutions for the modernization of the agro-industrial complex of the Russian North and the Arctic are substantiated. The authors have formulated the provision on blending institutional and technological aspects to improve the agricultural system in the country polar regions. They have justified the integration potential of multifunctional development models for rural areas and agriculture under digital transformation of production and management; as well as presented conceptual provisions and characterized technological aspects of building a smart agricultural enterprise based on a modular digital platform for agricultural production.

Keywords: *development of the North and the Arctic, food security, sustainable development, cluster strategies, digitalization, artificial intelligence, robotic systems.*

Funding

The article was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Agreement no. 075-15-2024-542.

Information about the authors

Zvorykina, Yulia Viktorovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, MGIMO University (119454, Russia, Moscow, Vernadsky Ave., 76), e-mail: kpss2008@mail.ru.

Usov, Viktor Georgievich, Executive Director of "UNEP COM" (119334, Moscow, Leninsky Prosp., 32a), e-mail: unepcom@mail.ru.

Karelina, Maria Yur'evna, Doctor of Engineering, Doctor of Pedagogical Sciences, Vice-Rector, State University of Management (109542, Russia, Moscow, Ryazansky Prospekt, 99), e-mail: myu_karelina@guu.ru.

Pisareva, Olga Mikhailovna, PhD of Economic Sciences, Director of Information Systems Institute, State University of Management (109542, Russia, Moscow, Ryazansky Prosp., 99), e-mail: om_pisareva@guu.ru.

Belousova, Maria Nikolaevna, PhD of Economic Sciences, Associate Professor, Department of information systems, State University of Management (109542, Russia, Moscow, Ryazansky Prosp., 99), e-mail: mn_belousova@guu.ru.

Alexeev, Vyacheslav Arkad'evich, PhD of Economic Sciences, Researcher at the Engineering Project Management Center, State University of Management (109542, Russia, Moscow, Ryazansky Prosp., 99), e-mail: va_alekseev@guu.ru.

© Zvorykina J. V., Usov V. G., Karelina M. Yu., Pisareva O. M., Belousova M. N., Alexeev V. A., 2025