

УДК 004.63

DOI: 10.34670/AR.2023.75.76.029

Модель трансформации агроиндустрии региона в условиях глобальных вызовов в сфере продовольственной безопасности

Пьянкова Светлана Григорьевна

доктор экономических наук,
профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления,
Уральский государственный экономический университет,
620144, Российская Федерация, Екатеринбург,
ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45;
e-mail: silen_06@list.ru

Митрофанова Инна Васильевна

доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
лаборатория региональной экономики,
Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр РАН,
344006, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, просп. Чехова, 41;
профессор кафедры экономической теории,
региональной экономики предпринимательства,
Волгоградский государственный университет,
400062, Российская Федерация, Волгоград, просп. Университетский, 100;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Ергунова Ольга Титовна

кандидат экономических наук, доцент,
доцент департамента менеджмента
Санкт-Петербургского филиала Национального
исследовательского университета «Высшая школа экономики»,
190008, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, 16;
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Аннотация

Исследование призвано внести свой вклад в обсуждение восприятия и ожиданий стейкхолдеров отечественного аграрного сектора экономики относительно возможностей и ограничений внедрения современных ИКТ-решений. Для достижения этих результатов использовался классический подход к поддержке принятия решений, представленный многокритериальным анализом, который особенно полезен для определения возможных будущих сценариев, создаваемых цифровой трансформацией. В статье представлена прогнозная оценка внедрения умных технологий в сельское хозяйство регионов РФ и

развития цифровых компетенций его кадрового потенциала. Исследованы тенденции и инструменты смещения базовых принципов ведения традиционного сельского хозяйства в условиях формирующейся цифровой экономики на региональном уровне. На основе основных принципов теории эволюционной экономики разработаны рекомендации по повышению эффективности агроиндустрии 4.0 как составляющей региональной экономики и активизации ее участия в решении общенациональных приоритетов развития в области продовольственной безопасности.

Для цитирования в научных исследованиях

Пьянкова С.Г., Митрофанова И.В., Ергунова О.Т. Модель трансформации агроиндустрии региона в условиях глобальных вызовов в сфере продовольственной безопасности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 1А. С. 265-280. DOI: 10.34670/AR.2023.75.76.029

Ключевые слова

Цифровизация, сельское хозяйство 4.0, цифровые компетенции, цифровизация, точное земледелие, регион, региональная специализация, ИКТ-решения.

Введение

В условиях трансформации геополитической и экономической ситуации, усилением глобальной продовольственной проблемы, вынужденного импортозамещения сельскохозяйственного оборудования и техники особое значение приобретают вопросы технологического и цифрового развития агропромышленного комплекса. Отечественный агропромышленный комплекс на макро - и мезоуровнях традиционно входит в число отраслей народного хозяйства, характеризующихся относительно научно-технологической отсталостью, а также низким уровнем цифровизации по сравнению с другими отраслями народного хозяйства.

В настоящее время в РФ существует сильный цифровой разрыв между субъектами РФ, вызванный различиями в доступе к информации и технологиям, а также внутри самих регионов, между сельскими и городскими районами и между различными производственными секторами. Цифровой разрыв, особенно между городскими и сельскими районами, представляет собой серьезное препятствие для использования новых технологий среди фермеров, что имеет последствия для распространения инноваций и доступа к рынкам. Видение цифровой трансформации сельского хозяйства РФ было определено в Концепции «дорожной карты», утвержденной экспертной комиссией по рассмотрению дорожной карты рынка FoodNet от 27.11.2020г. в целях формирования глобально конкурентоспособной отечественной «агропищевой индустрии 4.0», основанной на цифровизации, сетевых рыночных моделях, кастомизации продуктов и услуг, биотехнологиях и ресурсоэффективности.

Необходимость усиления продовольственной безопасности страны в условиях неблагоприятной рыночной конъюнктуры при серьезно возросших затратах, низких цен и вынужденного импортозамещения сельскохозяйственного оборудования и техники актуализирует вопросы повышения рентабельности и экономической, экологической и социальной устойчивости сельского хозяйства регионов РФ. Трансформацию традиционного сельского хозяйства, доминирующего в большинстве субъектов РФ в новый цифровой формат

будущего, возможно осуществить через технологии Интернета вещей, внедрения пространственной инфраструктуры, искусственного интеллекта, блокчейн, дополненной и виртуальной реальности и т. д., что позволит реализовать к 2030 году устойчивое развитие агропромышленного сектора РФ в региональном разрезе.

Обзор литературы и методология

Зарубежные и отечественные исследователи (Чжэн З., Се С., Дай Х., Чен Х. [Zheng, Xie, Dai, Chen et al., 2018], Панова А.В. [Панова, 2020], Попова Л. В., Горшкова Н. В., Шалдохина С. Ю. [Попова, Горшкова, Шалдохина, 2019], Малик П. К., Шарма Р., Сингх Р., Гехлот А. [Malik P.K., Sharma R., Singh R., Gehlot et al., 2021], Пьерпаоли Е., Карли Г., Пиньятти Е., Канавари М. [Pierpaoli, Carli, Pignatti, Canavari, 2013]) отмечают, что цифровая трансформация, вызванная информационными и коммуникационными технологиями, затрагивает все сферы народного хозяйства, в т.ч. усиливая традиционные процессы инноваций и развития агропромышленного хозяйства. Эти процессы основаны на использовании ряда обеспечивающих технологий, разделенных на продуктово-сервисные и процессные инновации, имеющих стратегическое экономическое значение [Анищенко, Шутьков, 2019], включая, в частности, Интернет вещей и большие данные. Интернет вещей охватывает применение цифровых технологий в повседневной жизни (запись привычек и действий с помощью датчиков и/или устройств [Jin, Yu, Wang, Bai et al., 2020]; обмен, хранение, совместное использование и обработка информации и данных через подключение к Интернету) [Алтухов, Дудин, Анищенко, 2019]. С другой стороны, большие данные относятся к большой скорости, с которой данные генерируются, хранятся, обрабатываются и анализируются (становясь, таким образом, реальным ресурсом для поддержки принятия решений и автоматизации процессов).

Эти явления неуклонно нарастают в последние годы, но с разной интенсивностью в разных странах мира [Sott, Furstenu, Kipper, Kipper et al., 2020; Trivelli, Apicella, Chiarello, Rana et al., 2019]. По оценкам Э. Колладо, А. Фоссатти и Ю. Саез [Collado, Carrillo, Sáez, 2019], к 2050 году численность населения достигнет 9 миллиардов человек, что увеличит потребность в продуктах питания на 70% [Basnet, Bang, 2018]. Согласно данным отчета Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), производство основных культур увеличилось на 50% за последние десять лет. С экономической точки зрения доля сельского хозяйства в мировом ВВП увеличилась на 68%, но по сравнению с ростом населения с 2000 года она составляет стабильные 4% [Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, 2022].

В соответствие с прогнозом А. Скардино [Scardigno, 2019], чтобы удовлетворить растущий спрос на продукты питания, потребление воды в сельском хозяйстве должно увеличиться на 41%; помимо этого, 50% продуктов питания выбрасывается в процессе производства продуктов питания, от сбора урожая до окончательной упаковки; кроме того, одна треть произведенной пищи выбрасывается после продажи, что подчеркивает необходимость более эффективного управления сельским хозяйством, которое может поддерживаться новыми технологиями, без ущерба для экосистемы.

Цифровые технологии, поддерживающие «Сельское хозяйство 4.0», привели к снижению затрат на 1 га на 13% и сокращению использования воды, топлива, удобрений и пестицидов на 30%, а с точки зрения экологической устойчивости — на 15%; зафиксировано сокращение углеродного следа сельскохозяйственных культур, при том, что только 25% ферм используют

решения Сельского хозяйства 4.0 [Smart Agrifood: Condivisione ..., 2021; Suci, Marcu, Balaceanu, Dobrea et al., 2019]. Однако также верно отметить, что доступные в настоящее время цифровые решения в основном ориентированы на точное земледелие и, в меньшей степени, на Сельское хозяйство 4.0 [Анищенко, 2019; Оборин, 2022].

По мнению зарубежных и отечественных ученых, технологии Интернета вещей, пространственная инфраструктура, Интернет вещей и большие данные в сельском хозяйстве, где интегрируются решения «Точного земледелия» (сенсоры IoT, мобильные устройства, умные тракторы, роботы, дроны) и решения «умного земледелия» (программное обеспечение для управления, аналитика, облако), создают модель «Сельское хозяйство 4.0» [Якушев, Якушев, 2018; Цветков, Шутьков, Дудин, Лясников, 2018; Fritzsche, Niehoff, Beier, 2018].

Исследование было направлено на интеграцию последних знаний о феномене «Сельское хозяйство 4.0» в российской агроиндустрии, а также на оценку ограничений и возможностей использования некоторых технологических решений с помощью малоиспользуемой в этой области методологии, как построение возможных альтернативных сценариев, возникающих в результате цифровой трансформации сельскохозяйственных предприятий. Это было сделано посредством определения стейкхолдеров и альтернативных сценарных гипотез.

Сельскохозяйственный сценарий: внедрение цифровых решений «Сельское хозяйство 4.0» для повышения производительности и повышения качества сельскохозяйственного производства;

Сценарий цепочки поставок: внедрение цифровых решений «Сельское хозяйство 4.0» для получения контрольной и ценовой информации по цепочке для поддержки управления;

Рыночный сценарий: внедрение цифровых решений «Сельское хозяйство 4.0» для улучшения прослеживаемости и защиты здоровья потребителей, что может быть достигнуто решением задач, представленных на рис. 1.

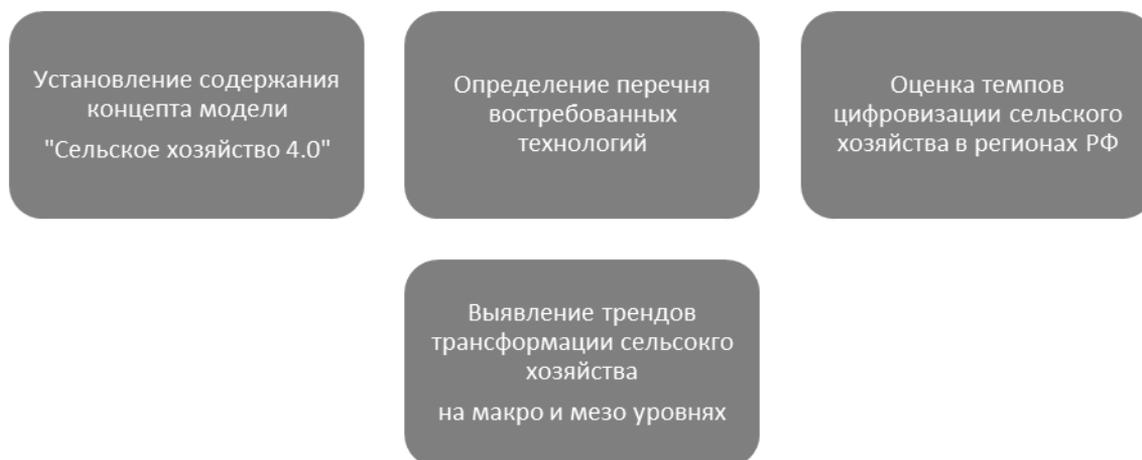


Рис унок 1 – Задачи оценки перспективы трансформации сельского хозяйства в регионах РФ в условиях цифровизации экономики

Были рассмотрены следующие критерии оценки: технология, связь, данные, Интернет вещей, автоматизация и сетевое взаимодействие. Эти критерии признаны наиболее эффективными для получения информации о восприятии операторами возможностей и ограничений внедрения цифровых решений в «Сельском хозяйстве 4.0». Они также были выбраны на основе целей трех рассмотренных сценариев и особенностей проанализированного

случая, который можно считать репрезентативным для агропродовольственного сектора.

Результаты исследования и дискуссия

Становление модели «Сельское хозяйство 4.0» в мире и в России.

Как отмечают Ривера О., Ладерах П., Банн К., Оберштайнер М. [Rivera, Laderach, Bunn, Obersteiner et al., 2015], стоимость глобального рынка «Сельское хозяйство 4.0» составляет около 7 млрд долл., 30% из которых генерируется в Европе. На рис. 2. представлены данные прогнозной стоимости приоритетных сегментов рынка «Сельское хозяйство 4.0» к 2035 году.

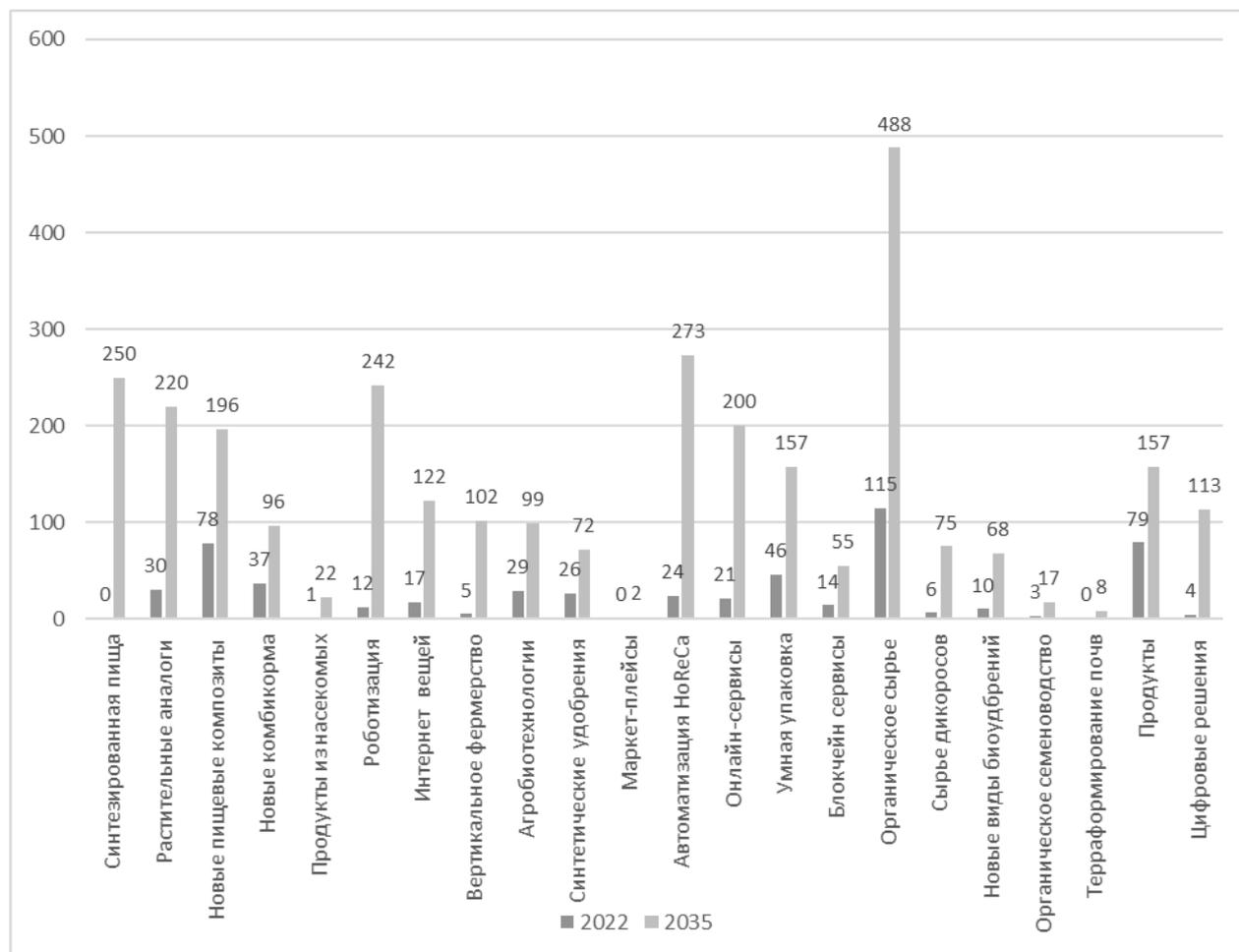


Рисунок 2 – Оценка размеров основных сегментов рынка «Сельское хозяйство 4.0» в мире, млрд. долл.

Согласно прогнозу, объем мирового рынка агробизнеса 4.0 в горизонте 2025 года покажет рост на 58% и достигнет 2300 млрд долл. (CAGR 6,7% или +832 млрд. долл. к базовому показателю 2018 года – 1400 млрд долл.) [Orlova, Nikolaev, 2022].

Несмотря на потенциал цифровых инструментов в сельском хозяйстве, уровень их внедрения в России все еще низок из-за сильных барьеров. Внедрение зависит от широкого круга переменных, таких, как характеристики субъекта РФ, аграрная структура, местоположение, а также организационные, институциональные и информационные факторы, хотя среди российских сельских хозяйств растет осведомленность о потенциале инструментов

«Сельское хозяйство 4.0».

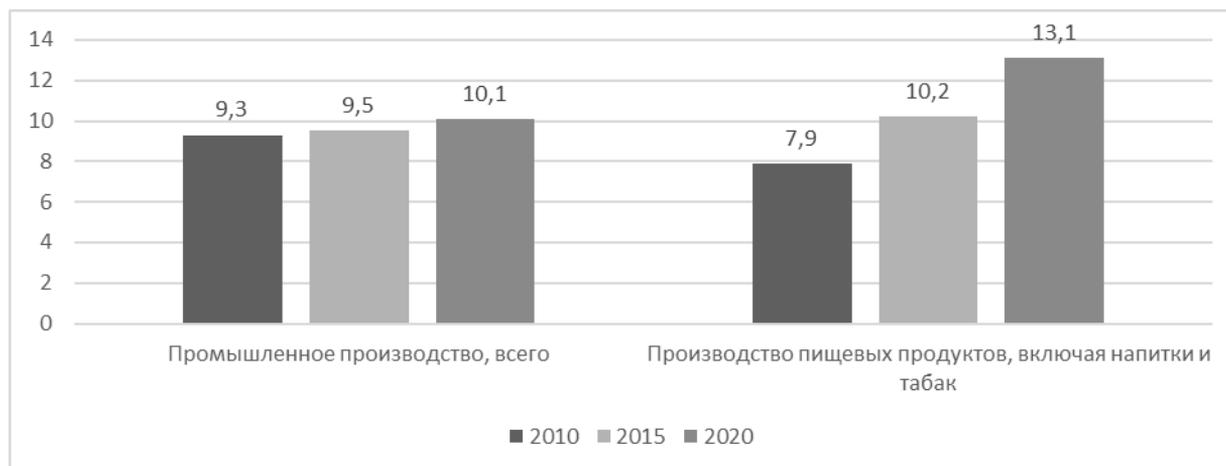


Рисунок 3 – Динамика инновационной активности в АПК РФ за 2010–2020 годы, % [Прогноз научно-технологического ..., 2017; Сельское хозяйство в России ..., 2021]

Объемы затрат на технологические инновации в пищевой промышленности явно не отвечают масштабам рынка, их динамика непостоянна, инвестиции носят недостаточно последовательный характер. Известная проблема заключается в том, что среди участников сектора все еще отсутствует ясность в отношении того, как использовать эти возможности и в какие цифровые навыки и компетенции инвестировать. Отечественные и зарубежные источники показывают, что технологии «Сельское хозяйство 4.0» используются крайне редко в регионах РФ, в отличие от 40–70% в Китае, Израиль и США. (рис. 3) [Глобальные технологические тренды, 2016; Agriculture: 0.4 the future ..., 2022].

На рис. 4 представлены основные тенденции, характеризующие научно-технологическое развитие модели «Сельское хозяйство 4.0» в РФ.



Рисунок 4 – Тенденции научно-технологического развития модели «Сельское хозяйство 4.0» в РФ

Недостаточный потенциал внедрения современных технологий на отраслевых предприятиях выступает значимым барьером на пути трансформации сельского хозяйства в России. На рис. 5. представлены данные о производстве продукции сельского хозяйства Российской Федерации за 1990–2021 гг.

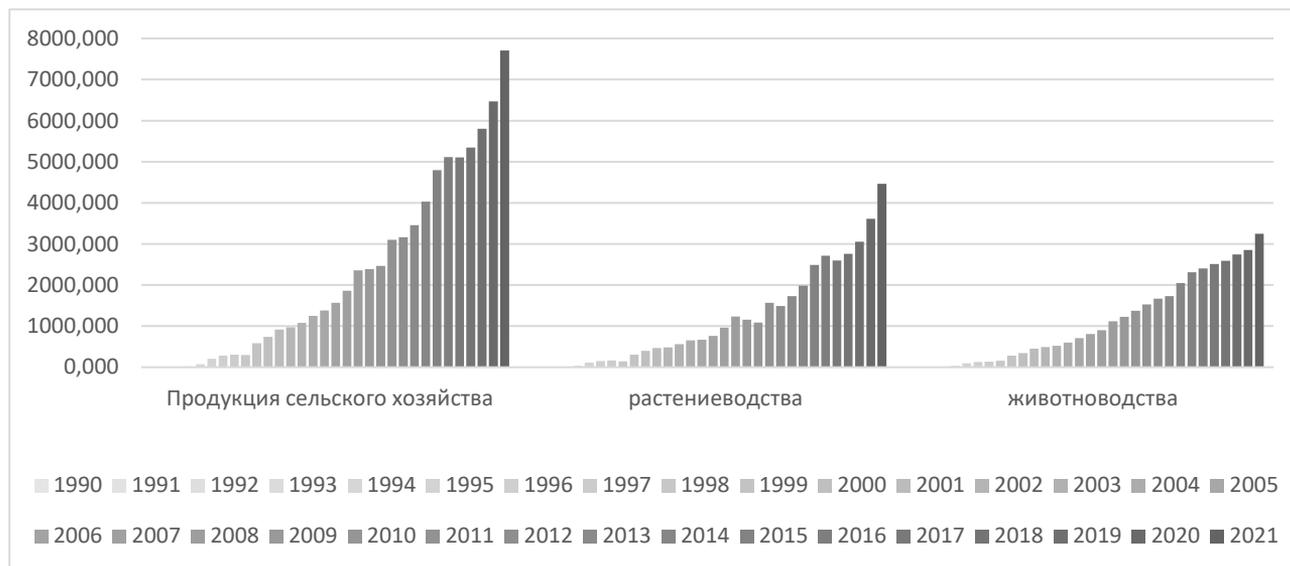


Рисунок 5 – Производство продукции сельского хозяйства по всем категориям хозяйств по Российской Федерации (в фактически действовавших ценах; млрд рублей; до 1998 г., трлн руб.)

В период с 1990 по 2021 год производство продукции сельского хозяйства по всем категориям хозяйств по Российской Федерации увеличилось как в растениеводстве, так и в животноводстве. На рис. 6. представлены данные о потреблении основных продуктов питания по РФ за 1990–2021 гг.

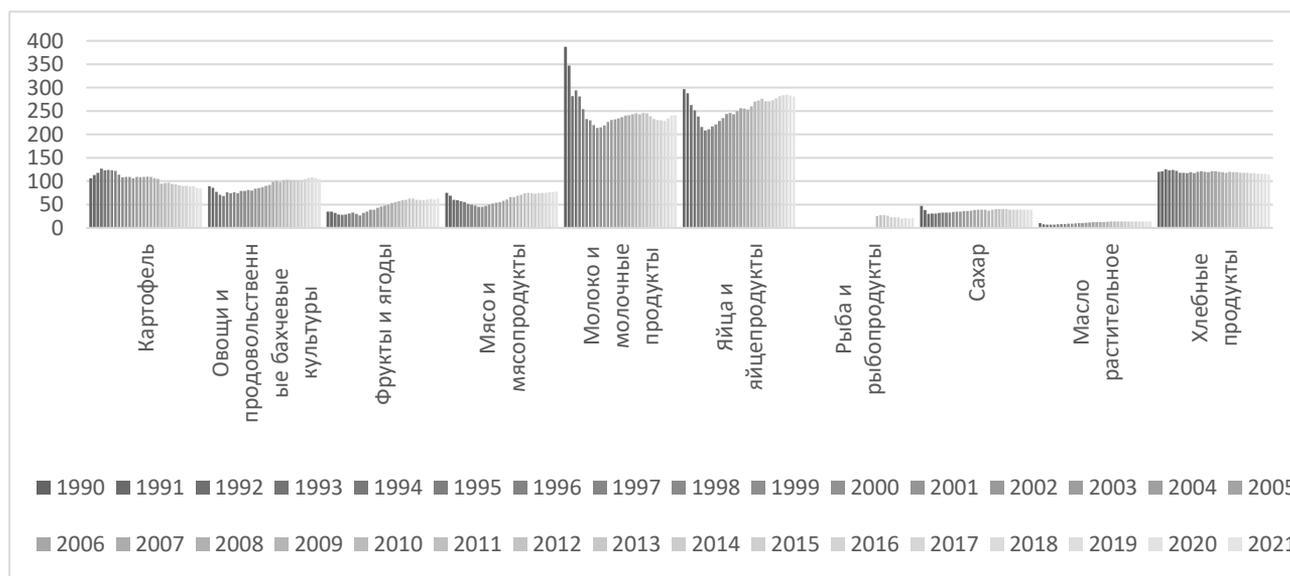


Рисунок 6 – Потребление основных продуктов питания по РФ (на душу населения в год; кг) за 1990–2021 годы

В период с 1990 по 2021 год потребление основных продуктов питания по РФ по всем категориям увеличилось. Согласно результатам выборочного обследования данных за 2021 год, страна «потребляет» в среднем картофель 84 кг на душу населения, овощи и продовольственные бахчевые культуры – 104, фрукты и ягоды – 63, мясо и мясопродукты – 78, молоко и молочные продукты – 241, яйца и яйцепродукты – 281, рыба и рыбопродукты – 21,2, сахар – 39, масло растительное – 13,6, хлебные продукты – 114. В РФ существует дифференциация потребления продовольствия населением в городской и сельской местности, а также доходов населения по видам экономической деятельности, что, конечно, вызывает неравенство в потреблении продуктов питания. Это во многом является отражением деформации российской экономики: ее сырьевой ориентацией и недофинансированием социальной сферы [Митрофанова, Шкарупа, Батова, 2022]. Поскольку количество сельскохозяйственных предприятий и организаций и размеры их землепользования существенно изменились за последние годы, более объективная оценка дается путем изучения регионов отдельного федерального округа.

Развитие сельского хозяйства в регионах Урала. Для регионов Уральского федерального округа сельское хозяйство не является ведущей отраслью, так, средняя численность сельского населения в УрФО составляет 20%, что на 6% ниже средней по России, а площадь сельскохозяйственных угодий составляет лишь 8% от общероссийской или 13,9 млн. га. На рис. 7. представлены данные о посевной площади хозяйств всех категорий в субъектах Уральского федерального округа РФ за 2021–2022 годы.

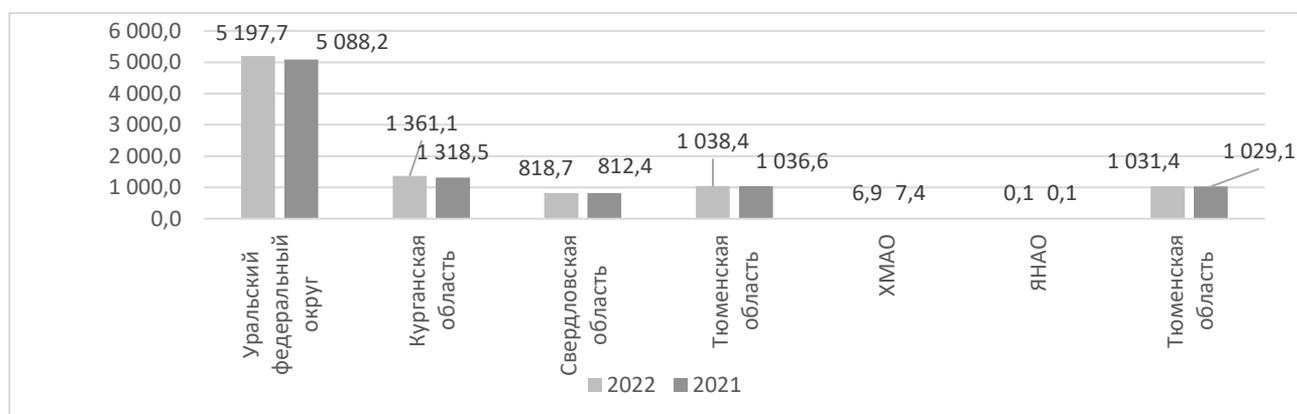


Рисунок 7 – Посевная площадь хозяйств всех категорий в регионах УрФО РФ в 2021–2022 гг.

Посевные площади Уральского ФО в 2022 году составили 5 197,7 тыс. га. Это 6,7% от всех посевных площадей по РФ. При этом регион имеет высокий потенциал развития сельского хозяйства – около 20% всех залежных земель РФ, которые могут в перспективе составить основу роста агропроизводства, сосредоточены в Уральском федеральном округе. Важное преимущество региона – южные области (Курганская, Челябинская и, частично, Тюменская) находятся на территории «зернового пояса» России [Сельское хозяйство Уральского ..., 2022].

По данным экспертов Уральского отделения Российской академии наук, в сельском хозяйстве за первые 6 месяцев 2022 года отмечено сокращение посевных площадей под зерновые и зернобобовые культуры (–7,2%), за счет Курганской области (на 3,9%). При этом продолжился тренд сокращения объемов производства молока (–3,2 %) вследствие уменьшения поголовья коров в целом по округу (–2,2 %) [Уральский федеральный округ ..., 2022]. В

сельском хозяйстве можно отметить такой позитивный тренд, как рост производства скота и птицы на убой (в живом весе) в целом по Уральскому федеральному округу (+3,1 %) за счет роста этого показателя в Челябинской и Тюменской областях (рис. 8).

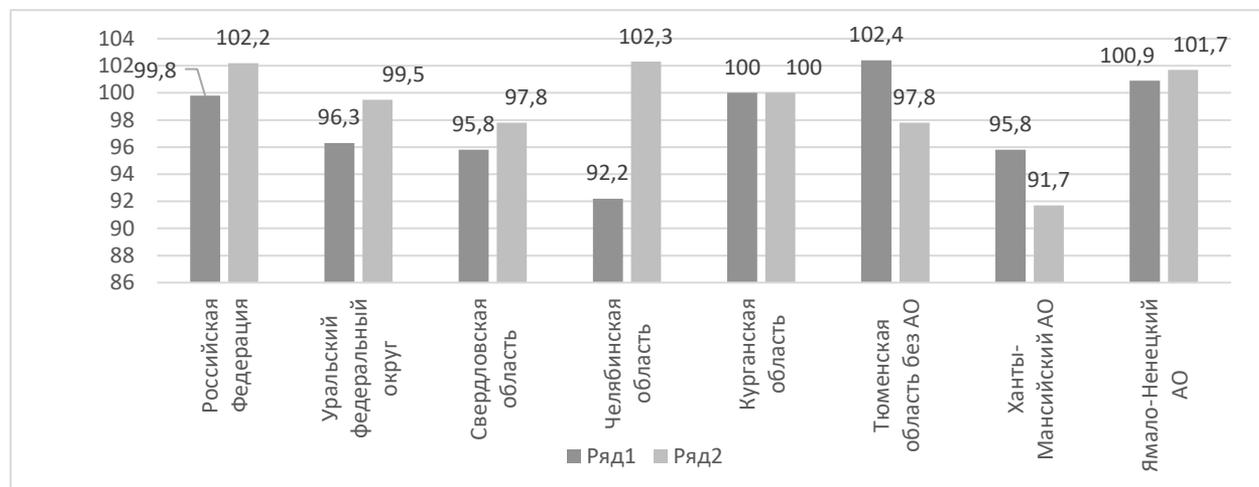


Рисунок 8 – Индексы производства продукции сельского хозяйства, в % к соответствующему периоду предыдущего года, где ряд 1 – первое полугодие 2022 года, ряд 2 – первое полугодие 2021 года

В целом в Уральском федеральном округе РФ в 1 полугодии 2022 года индекс производства продукции сельского хозяйства снизился на 3,2% по сравнению с прошлогодним показателем. Снижение индекса производства продукции сельского хозяйства по УрФО в разрезе регионов: Свердловская область (на 2,0%), Челябинская область (на 10,1%), Увеличение наблюдалось только в Тюменской области без автономных округов (на 5,6%) и Ханты-Мансийском автономном округе (на 4,1%).

На рис. 9. представлены показатели производства молока в субъектах УрФО по категориям хозяйств за период первое полугодие 2021 и 2022 годов.

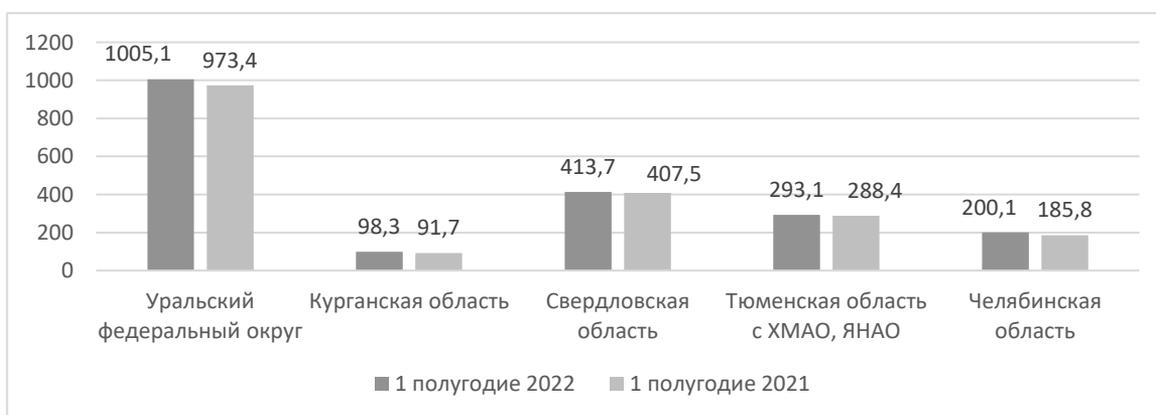


Рисунок 9 – Производство молока в субъектах УрФО по категориям хозяйств

По Уральскому федеральному округу в целом объемы производства молока в I полугодии 2022 г. по сравнению с этим же периодом 2021 г. сократились на 3,2%, при среднем росте по РФ на 0,8%, а в разрезе субъектов, входящих в УрФО, до 6,5% – в Челябинской области.

В целом в Уральском федеральном округе РФ в 2022 году произвели сельхозпродукции на сумму 319,5 млрд руб. (6,3% в общероссийском объеме произведенной продукции сельского хозяйства), это 6-е место в России. На душу населения в округе произвели сельскохозяйственной продукции на 26,0 тыс. руб. Объем и структура произведенной сельхозпродукции по Уральскому ФО в разрезе регионов: Челябинская область (объем производства – 120,2 млрд руб., доля в общем объеме – 37,6%), Тюменская область (83,6 млрд руб., 26,2%), Свердловская область (75,0 млрд руб., 23,5%), Курганская область (40,6 млрд руб., 12,7%).

Однако сложившиеся в начале 2022 г. экономические и геополитические условия существенно изменили представление о прогнозных сценариях развития агропромышленного комплекса и его трансформации в «Сельское хозяйство 4.0» в регионах Уральского федерального округа РФ. В условиях новых вызовов фокус смещается в сторону обеспечения системной устойчивости продовольственной безопасности уральских регионов в краткосрочном периоде и поиска факторов долгосрочного роста.

Результаты исследования показывают междисциплинарное восприятие и оценки потенциала развития сельского хозяйства в РФ и регионах Уральского федерального округа, что предполагает возможность использования особенностей региона (регионализация) как драйвера развития агропромышленного комплекса в любых климатических условиях. Региональная специфика накладывает отпечаток на весь процесс возможной трансформации традиционного сельского хозяйства в умное, начиная от поля/культивирования (в случае производителей сельскохозяйственной продукции) и заканчивая учреждениями (отвечающими за содействие внедрению инноваций) и исследований (университеты, традиционно занимающиеся разработкой инноваций и технологических ноу-хау).

В этом контексте инновации в области становления модели «Сельское хозяйство 4.0» оказываются решением организационных и управленческих проблем аграрного комплекса регионов РФ, что дает надежду на достижение более высокого уровня конкурентоспособности и экономической, социальной и экологической устойчивости.

Предлагаемые решения варьируются от датчиков до средств контроля условий окружающей среды, управления водными ресурсами, орошения и т. д., которые обычно используются в точном земледелии для точного и точного мониторинга. Решения, представленные в виде наборов веб-инструментов, цифровых технологий и сетевого оборудования для мониторинга урожая, мультиспектрального дистанционного зондирования с помощью дронов, карт с географической привязкой благодаря GPS и т. д., с инвестициями и затратами на обслуживание, которые намного ниже, чем у практики, которые они вытесняют.

Среди трех предложенных сценариев (сельскохозяйственный сценарий, сценарий цепочки поставок, рыночный сценарий), цепочка поставок рекомендуется как предпочтительный сценарий с наилучшим вариантом совместного использования, хотя и другие общие оценки могут быть положительными в зависимости от вызовов и рисков внешней среды, а также потенциала внедрения цифровых технологий, которые могут быть реализованы на каждом уровне цепочки поставок. В настоящее время предложение цифровых технологий на рынке очень широкое, чтобы соответствовать сложности и требованиям рынка в этот исторический момент. В результате компании чувствуют потребность в инновациях и адаптации; очень часто цифровая трансформация связана с чистым изменением инструментов и привычек, а также со значительными экономическими усилиями. По этой причине предпочтение отдается «дружественным к инновациям» компаниям, которые позволяют интегрировать новые инструменты для поддержки уже используемых в организации бизнеса по разумной цене

[Попова, Лата, Мелихов, Батова, 2022].

Действительно, считается, что в контексте цепочки поставок важную роль в содействии внедрению технологий «Сельское хозяйство 4.0» играют отношения «бизнес-бизнес» (B2B) и «бизнес-потребитель» (B2C). Таким образом, необходимость реагировать на «клиента», который требует «поведенческой» уверенности в деловой активности, большей устойчивости и инноваций в ответ на потребности современных потребителей, представляет собой существенный рычаг в продвижении этих процессов. Чем больше в этих процессах преобладают отношения договорного характера (например, отношения в цепочке поставок), тем больше потребность в цифровой трансформации.

Исходя из собранной информации, основными причинами, которые в настоящее время препятствуют распространению «Сельского хозяйства 4.0» в регионах РФ, являются следующие: первым препятствием является культурный барьер для инноваций, который тормозит отход от традиционного подхода; во-вторых, недостаточное понимание ряда преимуществ, связанных с приложениями «Сельское хозяйство 4.0» (часто ограничивающихся только снижением затрат), что усугубляется определенной незрелостью субъектов предложения, которые только недавно начали структурировать себя. предлагать решения, которые эффективно соответствуют потребностям и требованиям.

Еще одним негативным фактором, связанным со структурой традиционного сельского хозяйства, является недостаточные цифровые компетенции кадров и недостаток инвестиций в обучение операторов цепочки поставок, а также повышения осведомленности стейкхолдеров процесса. Крайне важно, чтобы они в полной мере оценили потенциальные преимущества революции 4.0.

Заключение

Проведенное исследование показало, что отечественный агропродовольственный сектор начал понимать, что цифровые инновации являются стратегическим рычагом, способным гарантировать большую конкурентоспособность всей цепочки поставок, от производства в поле до распределения и переработки продуктов питания.

Первое необходимое условие для рассмотрения цифровой трансформации в первичном секторе состоит в том, чтобы рассматривать этот процесс как расширенную цепочку поставок «под ключ», что позволит осуществлять проверку качества сельскохозяйственной продукции, но и любые образующиеся пищевые отходы. Преобразование традиционного сельского хозяйства в цифровое позволит осуществить переход от реактивной модели к проактивной, которая сочетает в себе все аспекты устойчивости: экономическую, экологическую и социальную.

Таким образом, успех сельскохозяйственных предприятий субъектов РФ будет все больше зависеть от их способности собирать и использовать большой объем данных, которые будут генерироваться, особенно для достижения контроля над затратами и повышения качества продукции. Однако следует отметить, что у заинтересованных сторон по-прежнему отсутствует ясность в отношении того, как использовать эти возможности. Необходимо инвестировать в создание навыков в секторе, характеризующемся уровнем «корпоративной» культуры и операционных процессов, основанных больше на передаче навыков и знаний поколений, чем на инновациях и оптимизации производственных процессов. Большой проблемой является переход от сельского хозяйства, основанного на опыте, к интеллектуальному сельскому хозяйству, основанному на данных.

Результаты исследования показывают, что существует интересная тенденция к «Сельскому хозяйству 4.0», но необходимо будет инвестировать на региональном уровне в технологии и навыки, с одной стороны, и в обучение и знание возможностей, предлагаемых цифровой трансформацией, с другой стороны.

Библиография

1. Алтухов, А.И., Дудин М.Н., Анищенко А.Н. Глобальная цифровизация как организационно-экономическая основа инновационного развития агропромышленного комплекса РФ // Проблемы рыночной экономики. 2019. № 2. С. 17-27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27.
2. Анищенко А.Н., Шутьков А.А. Agriculture 4.0 как перспективная модель научно-технологического развития аграрного сектора современной России // Продовольственная политика и безопасность. 2019. Том 6. № 3. С. 129-140. DOI: 10.18334/ppib.6.3.41393.
3. Анищенко А.Н. «Умное» сельское хозяйство как перспективный вектор роста аграрного сектора экономики России // Продовольственная политика и безопасность. 2019. Том 6, № 2. С. 97-107. DOI: 10.18334/ppib.6.2.41384.
4. Глобальные технологические тренды, 2016. URL: https://issek.hse.ru/data/2016/08/03/1119493935/%E2%84%96%207_Trendletter_%D0%A0%D0%B0%D1%86%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0.pdf.
5. Митрофанова И. В., Шкарупа Е. А., Батова В. Н. Экспорт продукции российского АПК: опыт южно-российских территорий и новые возможности развития // Региональная экономика. Юг России. 2022. Т. 10, № 4. С. 236–250. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.4.21>.
6. Оборин М. С. Влияние новой экономической и геополитической реальности на стратегию развития аграрного производства Юга России // Региональная экономика. Юг России. 2022. Т. 10, № 3. С. 170-179. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.3.16>.
7. Панова А.В. Сельское хозяйство 4.0: Проблемы и перспективы // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. 7-3 (97). С. 160-164. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.100>.
8. Попова Л. В., Горшкова Н. В., Шалдохина С. Ю. Внедрение технологий сельского хозяйства 4. 0: условия и прогнозы // Вестник Адыгейского государственного университета, серия: Экономика. 2019. №1 (235). С. 83-89.
9. Попова Л. В., Лата М. С., Мелихов П. А., Батова В. Н. Цифровые экосистемы малого агробизнеса в условиях санкций // Региональная экономика. Юг России. 2022. Т. 10, № 3. С. 144-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.3.14>.
10. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. М., 2017. <https://mcsx.gov.ru/upload/iblock/264/264dfabe7e526b6a79ffe5697c34ed4f.pdf>.
11. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, 2022. URL: <https://www.fao.org/home/ru>.
12. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сб./Росстат. М., 2021. 100 с.
13. Сельское хозяйство Уральского федерального округа, 2022. URL: <https://xn--80aplem.xn--p1ai/analytics/Selskoe-hozajstvo-Uralskogo-federalnogo-okruga>.
14. Уральский федеральный округ: полгода в неопределенной динамике / Под общ. ред. д-ра экон. наук Ю. Г. Лавриковой, д-ра экон. наук, чл.-корр. РАН В. В. Акбердиной, канд. экон. наук А. Ю. Усковой; Институт экономики УрО РАН. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2022. 104 с.
15. Цветков В.А., Шутьков А.А., Дудин М.Н., Лясников Н.В. Цифровая экономика и цифровые технологии как вектор стратегического развития национального агропромышленного сектора // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2018. № 1. С. 45-64. DOI: 10.33051/0130-0105-2018-1-45-64.
16. Якушев В.В., Якушев В.П. Перспективы «умного сельского хозяйства» в России // Вестник Российской академии наук. 2018. № 9. С. 773-784. DOI: 10.31857/S086958730001690-7.
17. Agriculture: 0.4 the future of farming technology. World Government Summit, 2022. URL: <https://www.worldgovernmentsummit.org/api/publications/document?id=95df8ac4-e97c-6578-b2f8-ff0000a7ddb6>.
18. Basnet B., Bang Ju. The State-of-the-Art of Knowledge-Intensive Agriculture: A Review on Applied Sensing Systems and Data Analytics // Journal of Sensors. 2018. Vol. 3. P. 1-13. DOI:10.1155/2018/3528296.
19. Collado E., Carrillo A. F., Sáez Y. Smart farming: A potential solution towards a modern and sustainable agriculture in Panama // AIMS Agriculture and Food. 2019. Vol. 4(2). P. 266-284. DOI:10.3934/agrfood.2019.2.266.
20. Fritzsche K., Niehoff S., Beier G. Industry 4.0 and Climate Change —Exploring the Science-Policy Gap // Sustainability. 2018. Vol. 10(12):4511. DOI: 10.3390/su10124511.
21. Jin X.-B., Yu X.-H., Wang X.-Y., Bai Y.-T. et al. Deep Learning Predictor for Sustainable Precision Agriculture Based on Internet of Things System // Sustainability. 2020. Vol. 12, 1433. DOI:10.3390/su12041433 www.mdpi.com/journal/sustainability.

22. Malik P.K., Sharma R., Singh R., Gehlot A. et al. Industrial Internet of Things and its Applications in Industry 4.0: State of The Art // *Computer Communications*. 2021. Vol. 166. P. 125-139. DOI:10.1016/j.comcom.2020.11.016.
23. Orlova N. V., Dmitry V. Nikolaev D. V. Russian agricultural innovations prospects in the context of global challenges: Agriculture 4.0 // *Russian Journal of Economics*. 2022. Vol. 8. P. 29-48. DOI: 10.32609/j.ruje.8.78430.
24. Pierpaoli E., Carli G., Pignatti E., Canavari M. Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review // *Procedia Technology*. 2013. Vol. 8. P. 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.010>.
25. Rivera O.O., Laderach P., Bunn C., Obersteiner M. et al. Projected Shifts in Coffea arabica Suitability among Major Global Producing Regions Due to Climate Change // *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10(4):e0124155. DOI:10.1371/journal.pone.0124155.
26. Scardigno A. New Solutions to reduce Water and Energy consumption in Crop Production: a Water-Energy-Food nexus perspective // *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2019. Vol. 13. P. 11-15. DOI:10.1016/j.coesh.2019.09.007.
27. Smart Agrifood: Condivisione e Informazione, Gli Ingredienti Per L'innovazione, 2021. URL: www.osservatori.net.
28. Sott M. K., Furstenau L. B., Kipper L.M., Kipper F. D. et al. Precision Techniques and Agriculture 4.0 Technologies to Promote Sustainability in the Coffee Sector: State of the Art, Challenges and Future Trends // *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 149854-149867. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3016325.
29. Suci G., Marcu I., Balaceanu C.M., Dobrea M. et al. Efficient IoT system for Precision Agriculture // *Conference: 2019 15th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES)*. P. 172-176. DOI:10.1109/EMES.2019.8795102.
30. Trivelli L., Apicella A., Chiarello F., Rana R. et al. From Precision Agriculture to Industry 4.0: Unveiling Technological Connections in the Agrifood Sector // *British Food Journal*. 2019. Vol. 121(8). P. 1730-1743. DOI: 10.1108/BFJ-11-2018-0747.
31. Zheng Z.; Xie S.; Dai H.; Chen X., Wang H. Blockchain challenges and opportunities: A survey // *International Journal of Web and Grid Services*. 2018. Vol. 14(4): 352. DOI: 10.1504/IJWGS.2018.095647.

A model of transformation of the agricultural industry of the region under the conditions of global challenges in the sphere of food security

Svetlana G. P'yankova

Doctor of Economic Sciences,
Professor of the Department of Regional,
Municipal Economics and Management,
Ural State Economic University,
620144, 62/45, March St, 8 / Narodnaya Volya St,
Yekaterinburg, Russian Federation,
e-mail: silent_06@list.ru

Inna V. Mitrofanova

Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Researcher,
Laboratory of Regional Economics,
Federal Research Centre
Southern Scientific Centre of the Russian
344006, 41 Chekhov str., Russian Federation, Rostov-on-Don;
Academy of Sciences (SSC RAS);
Department of Economic Theory, Regional Economy and Entrepreneurship,
Volgograd State University,
400062, 100, Universitetsky ave., Russian Federation, Volgograd,
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Ol'ga T. Ergunova

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Department of Management, Saint Petersburg Branch
of the National Research University Higher School of Economics,
190008, 16, Soyuz Pechatnikov str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Abstract

The study is intended to contribute to the discussion of the perceptions and expectations of stakeholders in the domestic agricultural sector of the economy regarding the opportunities and limitations of implementing modern ICT solutions. To achieve these results, the classical decision support approach presented by multi-criteria analysis was used, which is especially useful for identifying possible future scenarios created by digital transformation. The article presents a predictive assessment of the introduction of smart technologies in agriculture in the regions of the Russian Federation and the development of digital competencies of its human resources. The trends and tools for shifting the basic principles of traditional agriculture in the context of the emerging digital economy at the regional level have been studied. Based on the basic principles of the theory of evolutionary economics, recommendations have been developed to improve the efficiency of the agro-industry 4.0 as a component of the regional economy and to enhance its participation in solving national development priorities in the field of food security.

For citation

P'yankova S.G., Mitrofanova I.V., Ergunova O.T. (2023) Model' transformatsii agroindustrii regiona v usloviyakh global'nykh vyzovov v sfere prodovol'stvennoy bezopasnosti [A Model of transformation of the agricultural industry of the region under the conditions of global challenges in the field sphere of food security]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (1A), pp. 265-280. DOI: 10.34670/AR.2023.75.76.029

Keywords

Digitalization, agriculture 4.0, digital competencies, digitalization, precision farming, region, regional specialization, ICT solutions.

References

1. Altukhov A.I., Dudin M.N., Anishchenko A.N. (2019) Global'naya tsifrovizatsiya kak organizatsionno-ekonomicheskaya osnova innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa RF [Global digitalization as an organizational and economic basis for the innovative development of the agro-industrial complex of the Russian Federation]. *Problemy rynochnoy ekonomiki* [Problems of the market economy], 2, pp. 17-27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27.
2. Anishchenko A.N., Shutkov A.A. (2019) Agriculture 4.0 kak perspektivnaya model' nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agrarnogo sektora sovremennoy Rossii [Agriculture 4.0 as a promising model of scientific and technological development of the agrarian sector of modern Russia]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 6(3), pp. 129-140. DOI: 10.18334/ppib.6.3.41393.
3. Anishchenko A.N. (2019) «Umnoye» sel'skoye khozyaystvo kak perspektivnyy vektor rosta agrarnogo sektora ekonomiki Rossii [“Smart” agriculture as a promising vector for the growth of the agrarian sector of the Russian economy]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 6 (2), pp. 97-107. DOI: 10.18334/ppib.6.2.41384.
4. *Global'nyye tekhnologicheskkiye trendy* (2016) [Global Technology Trend]. Available at: https://issek.hse.ru/data/2016/08/03/1119493935/%E2%84%96%207_Trendletter_%D0%A0%D0%B0%D1%86%D0

- %BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0.pdf.
5. Mitrofanova I.V., Shkarupa E.A., Batova V.N. (2022) Eksport produktsii rossiyskogo APK: opyt yuzhno-rossiyskikh territoriy i novyye vozmozhnosti razvitiya [Export of Russian Agricultural Products: Experience of Southern Russian Territories and New Development Opportunities]. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], 10 (4), pp. 236-250. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.4.21>.
 6. Oborin M.S. (2022) Vliyaniye novoy ekonomicheskoy i geopoliticheskoy real'nosti na strategiyu razvitiya agrarnogo proizvodstva Yuga Rossii [Impact of New Economic and Geopolitical Reality on Development Strategy of Agricultural Production in the South of Russia]. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], 10 (3), pp. 170-179. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.3.16>.
 7. Panova A.V. (2022) Sel'skoye khozyaystvo 4.0: Problemy i perspektivy [Agriculture 4.0: Problems and Prospects]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 7-3 (97), pp. 160-164. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.100>.
 8. Popova L. V., Gorshkova N. V., Shaldokhina S. Yu. (2019) Vnedreniye tekhnologiy sel'skogo khozyaystva 4. 0: usloviya i prognozy [Implementation of agricultural technologies 4. 0: conditions and forecasts]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta, seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Adyghe State University, series: Economics.], 1 (235), pp. 83-89.
 9. Popova L.V., Lata M.S., Melikhov P.A., Batova V.N. (2022) Tsifrovyye ekosistemy malogo agrobiznesa v usloviyakh sanktsiy [Digital Ecosystems of Small Agribusiness Under Sanctions]. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], 10 (3), pp. 144-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.3.14>.
 10. *Prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* (2017) [Forecast of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030]. Moscow. Available at: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/264/264dfabe7e526b6a79ffe5697c34ed4f.pdf>.
 11. *Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya OON* (2022) [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. Available at: <https://www.fao.org/home/en>.
 12. *Sel'skoye khozyaystvo v Rossii: Stat. sb.* (2021) [Agriculture in Russia: Stat.sb.]. Rosstat. Moscow, "Rosstat" Publ., 100 p.
 13. *Sel'skoye khozyaystvo Ural'skogo federal'nogo okruga* (2022) [Agriculture of the Ural Federal District]. Available at: <https://xn--80aplem.xn--p1ai/analytics/Selskoe-hozajstvo-Uralskogo-federalnogo-okruga>.
 14. *Ural'skiy federal'nyy okrug: polgoda v neopredelennoy dinamike* (2022) [Ural Federal District: half a year in uncertain dynamics] Ed. ed. Dr. Econ. Sciences Yu. G. Lavrikova, Doctor of Economics. Sciences, Corr. RAS V. V. Akberdina, Ph.D. economy Sciences A. Yu. Uskova; Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Yekaterinburg, "Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences" Publ., 104 p.
 15. Tsvetkov V.A., Shutkov A.A., Dudin M.N., Lyasnikov N.V. (2018) Tsifrovaya ekonomika i tsifrovyye tekhnologii kak vektor strategicheskogo razvitiya natsional'nogo agropromyshlennogo sektora [Digital Economy and Digital Technologies as a Vector of Strategic Development of the National Agro-Industrial Sector]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika* [Moscow University Bulletin. Series 6: Economy], 1, pp. 45-64. DOI: 10.33051/0130-0105-2018-1-45-64.
 16. Yakushev V.V., Yakushev V.P. (2018) Perspektivy "umnogo sel'skogo khozyaystva" v Rossii [Prospects for "smart agriculture" in Russia]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 9, pp. 773-784. DOI: 10.31857/S086958730001690-7.
 17. *Agriculture: 0.4 the future of farming technology. World Government Summit.* (2022). Available at: <https://www.worldgovernmentsummit.org/api/publications/document?id=95df8ac4-e97c-6578-b2f8-ff0000a7ddb6>.
 18. Basnet B., Bang Ju. (2018) The State-of-the-Art of Knowledge-Intensive Agriculture: A Review on Applied Sensing Systems and Data Analytics. *Journal of Sensors*, 3, pp. 1-13. DOI:10.1155/2018/3528296.
 19. Collado E., Carrillo A. F., Sáez Y. (2019) Smart farming: A potential solution towards a modern and sustainable agriculture in Panama. *AIMS Agriculture and Food*, 4(2), pp. 266-284. DOI:10.3934/agrfood.2019.2.266.
 20. Fritzsche K., Niehoff S., Beier G. (2018) Industry 4.0 and Climate Change —Exploring the Science-Policy Gap. *Sustainability*, 10(12):4511. DOI: 10.3390/su10124511.
 21. Jin X.-B., Yu X.-H., Wang X.-Y., Bai Y.-T. et al. (2020) Deep Learning Predictor for Sustainable Precision Agriculture Based on Internet of Things System. *Sustainability*, 12, 1433. DOI: 10.3390/su12041433 www.mdpi.com/journal/sustainability.
 22. Malik P.K., Sharma R., Singh R., Gehlot A. et al. (2021) Industrial Internet of Things and its Applications in Industry 4.0: State of The Art. *Computer Communications*, 166, pp. 125-139. DOI: 10.1016/j.comcom.2020.11.016.
 23. Orlova N. V., Dmitry V. Nikolaev D. V. (2022) Russian agricultural innovations prospects in the context of global challenges: Agriculture 4.0. *Russian Journal of Economics*, 8, pp. 29-48. DOI: 10.32609/j.ruje.8.78430.
 24. Pierpaoli E., Carli G., Pignatti E., Canavari M. (2013) Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. *Procedia Technology*, 8, pp. 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.010>.
 25. Rivera O.O., Laderach P., Bunn C., Obersteiner M. et al. (2015) Projected Shifts in *Coffea arabica* Suitability among

-
- Major Global Producing Regions Due to Climate Change. *PLoS ONE*, 10(4):e0124155. DOI: 10.1371/journal.pone.0124155.
26. Scardigno A. (2019) New Solutions to reduce Water and Energy consumption in Crop Production: a Water-Energy-Food nexus perspective. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, pp. 11-15. DOI: 10.1016/j.coesh.2019.09.007.
27. *Smart Agrifood: Condivisione e Informazione, Gli Ingredienti Per L'innovazione* (2021). Available at: www.osservatori.net.
28. Sott M. K., Furstenu L. B., Kipper L.M., Kipper F. D. et al. (2020) Precision Techniques and Agriculture 4.0 Technologies to Promote Sustainability in the Coffee Sector: State of the Art, Challenges and Future Trends. *IEEE Access*, 8, pp. 149854-149867. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3016325.
29. Suci G., Marcu I., Balaceanu C.M., Dobrea M. et al. (2019) Efficient IoT system for Precision Agriculture. *Conference: 2019 15th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES)*, pp. 172-176. DOI: 10.1109/EMES.2019.8795102.
30. Trivelli L., Apicella A., Chiarello F., Rana R. et al. (2019) From Precision Agriculture to Industry 4.0: Unveiling Technological Connections in the Agrifood Sector. *British Food Journal*, 121(8), pp. 1730-1743. DOI: 10.1108/BFJ-11-2018-0747.
31. Zheng Z.; Xie S.; Dai H.; Chen X., Wang H. (2018) Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4): 352. DOI: 10.1504/IJWGS.2018.095647.