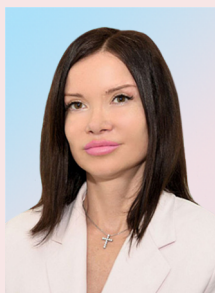


DOI: 10.15838/esc.2025.6.102.7

УДК 338.43:636.2(470+571), ББК 65.32-55:46.0

© Тахумова О.В., Бурса И.А.

Проблемы устойчивого развития молочного скотоводства в российских регионах в условиях санкций

**Оксана Викторовна****ТАХУМОВА**Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
Краснодар, Российская Федерация

e-mail: takhumova@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-7002-7100; ResearcherID: I-1537-2018

**Игорь Александрович****БУРСА**Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
Краснодар, Российская Федерация

e-mail: bursaia@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8622-9089; ResearcherID: NSU-5295-2025

Аннотация. Целью исследования является оценка дифференцированного влияния санкций на социально-экономическое развитие молочного скотоводства с учетом адаптационного механизма в регионе. Проведена систематизация факторов, позволившая выделить семь уровней устойчивости, с выявлением критических пороговых значений условий, матрицей адаптационных стратегий и обоснованием методологических основ на основе факторного анализа с верификацией через панельные данные Росстата за 2019–2024 гг. и с помощью экспертных оценок. В условиях разноразмерности входных параметров и с учётом временной динамики исследуемых процессов была использована система интегральной оценки, базирующаяся на применении трех дополняющих друг друга методик. Метод линейной свёртки позволил выявить стабильные

Для цитирования: Тахумова О.В., Бурса И.А. (2025). Проблемы устойчивого развития молочного скотоводства в российских регионах в условиях санкций // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 18. № 6. С. 156–174. DOI: 10.15838/esc.2025.6.102.7

For citation: Takhumova O.V., Bursa I.A. (2025). Problems of sustainable development of dairy cattle farming in Russian regions under sanctions. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 18(6). 156–174. DOI: 10.15838/esc.2025.6.102.7

долгосрочные тренды развития отрасли на основе усреднённых значений нормализованных показателей. Более чувствительная к резким изменениям структуры и темпов развития отрасли геометрическая свёртка подчеркнула особенности влияния трансформаций в политико-экономической сфере после 2020 года. Использование функции желательности Харрингтона дало возможность интерпретировать итоги оценки состояния отрасли с точки зрения её функциональной устойчивости. Результаты моделирования показали, что, несмотря на санкционные экономические, технико-технологические и логистические удары, наблюдается устойчивый рост ключевых показателей отрасли, уже к 2024 году появились признаки системной устойчивости и экономической зрелости. С помощью разработанной методики оценки устойчивости отрасли молочного скотоводства представлен рейтинговый результат на основе экономического, производственного, рыночного и социально-экологического компонентов с обоснованием весов, что позволило учесть отраслевую региональную специфику, обеспечить сопоставимость результатов между территориями и отразить значимость каждого фактора для оценки устойчивости развития. Результаты могут быть использованы в качестве инструмента для принятия решений в аграрном производстве и разработки региональных программ поддержки. Предложены дифференцированные рекомендации по преодолению последствий санкций для регионов с разным уровнем устойчивости молочного скотоводства: лидеры — индекс $> 0,7$; среднее значение — интервал $0,5-0,7$; низкий уровень $\leq 0,5$. Исследование представляет интерес не только для специалистов в сфере агропромышленного комплекса, но и для широкой аудитории, интересующейся процессами адаптации российской экономики к внешним вызовам.

Ключевые слова: молочное скотоводство, экономическая эффективность, санкции, индекс устойчивости, региональная дифференциация, моделирование, прогноз.

Введение

Одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса (АПК) является молочное скотоводство, эффективное функционирование которого позволяет формировать социальную стабильность в сельских регионах и поддерживать продовольственную безопасность на оптимальном уровне. Введенные в 2022 году санкции со стороны стран Запада оказали существенное влияние на функционирование сектора. Изменились рынки сбыта; ограничения на поставки племенного скота повлекли за собой разрыв логистических цепочек; возникли технологические вызовы, проявившиеся в зависимости от зарубежных решений в области генетики и автоматизации. В сложившихся условиях оценка последствий влияния санкций на АПК становится критически важной для государства с целью своевременной корректировки мер поддержки; дает возможность разработки прогнозных моделей развития отрасли.

Для уточнения влияния ограничительных инструментов на молочное скотоводство целесообразно проводить своевременный ана-

лиз факторов, определяющих устойчивость отрасли (*табл. 1*).

Преимущество представленной классификации состоит в выделении ключевых условий, отражающих логистические связи, рыночную конъюнктуру и учитывающих биологические параметры.

В условиях продолжающегося геополитического напряжения и роста санкционного давления со стороны США и ряда западных стран особенно остро встаёт вопрос продовольственной безопасности государства и устойчивого развития его агропромышленного комплекса. Ввиду высокой зависимости от импорта молочное скотоводство, как один из жизненно значимых продовольственных сегментов экономики страны, оказался в довольно трудном положении. Анализ влияния санкционных ограничений на молочное скотоводство сможет помочь не только выявить проблемы, возникшие в отрасли, но и обосновать комплекс общегосударственных и отраслевых мероприятий, направленных на обеспечение ее устойчивого функционирования в существенно изменившихся экономических условиях.

Таблица 1. Ключевые факторы развития молочного скотоводства в регионах

| Группа факторов | Ключевые факторы | Влияние на отрасль | Методика исследования |
|---|----------------------------|--|--|
| Экономические | Санкционные ограничения | Снижение импорта племенного скота, кормов, оборудования; рост логистических издержек | Анализ эластичности спроса на импортозамещение с помощью эконометрических моделей |
| | Государственная поддержка | Субсидии, льготные кредиты, компенсации затрат на корма | Оценка эффективности госпрограмм через ROI (возврат на инвестиции) в разных регионах |
| | Инфляция и ценообразование | Рост себестоимости → снижение рентабельности | Корреляционный анализ динамики цен на корма и молоко |
| Технологические | Импортозамещение техники | Зависимость от иностранных доильных установок, кормораздатчиков | Сравнение эффективности отечественных и импортных технологий |
| | Автоматизация ферм | Повышение продуктивности, но требует инвестиций | Кейс-стадии внедрения роботизированных ферм в условиях санкций |
| Биологические | Генетика и селекция | Зависимость от импорта семени и племенного скота | Анализ динамики роста местных племенных хозяйств |
| | Кормовая база | Дефицит белковых кормов из-за санкций | Оценка перехода на альтернативные корма (насекомые, силосные культуры) |
| Логистические | Цепочки поставок | Удорожание транспорта, поиск новых маршрутов | GIS-анализ изменения логистических потоков |
| Рыночные | Внутренний спрос | Стабильность потребления молочных продуктов | Исследование изменения потребительских предпочтений (например, рост спроса на сыры) |
| | Экспортные возможности | Переориентация с Европейского союза на Азию и СНГ | Анализ новых рынков сбыта через гравитационные модели торговли |
| Экологические | Климатические изменения | Влияние засух на кормовую базу | Прогнозирование рисков с использованием климатических индексов |
| Социальные | Кадровый дефицит | Нехватка ветеринаров, зоотехников | Оценка миграции специалистов из отрасли |
| Составлено по: EU-Russia Agricultural Trade After 2022: Sectoral Analysis (2022). European Commission. Brussels: EC Directorate-General for Agriculture; Кузнецов П.И. (2023). Цифровизация молочных ферм: российский опыт. Казань: Изд-во Казанского ГАУ; Сидоренко В.В. (2021). Экономическая устойчивость АПК в условиях санкций. Санкт-Петербург: Профи-Информ; Resilience of Agricultural Systems to Geopolitical Shocks (2023). World Bank. Washington, DC. | | | |

Весь санкционный период можно условно разделить на несколько этапов¹.

Первый этап: 2014 г. Начало санкционного давления.

Страны Евросоюза и США ограничили поставки оборудования и ряда препаратов для молочного скотоводства, а также практически запретили сотрудничество с международными организациями в области селекции и генетики КРС (Viking Genetics, ALTA Genetics, ABS и др.)².

¹ Рентабельность и инвестиции в АПК: аналитика и обзоры. Москва: ООО «Агроинвестор», 2022–2024. URL: <https://agroinvestor.ru>

² Доклады и программы по развитию АПК / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru>

Россия ввела ответные ограничительные меры на ввоз продукции из «недружественных стран». Под импортный запрет попали племенной скот, доильные залы, системы кормления и охлаждения молока, комбикорма, кормовые добавки, аминокислоты, протеиновые концентраты и премиксы, вакцины и гормоны для репродуктивного контроля. Были нарушены логистические и генетические цепочки, выросла зависимость от альтернативных поставщиков. Кроме того, ряд российских банков, участвующих в финансировании молочного скотоводства, был отключен от западных рынков капитала, что усложнило приобретение импортного оборудования и технологий в кредит. В связи с этим появилась острая необходимость в разработке государственных программ импортозамещения.

Второй этап: 2015–2017 гг. Сохранение и расширение санкционного давления.

На этом этапе молочное скотоводство России находилось под серьёзным давлением в условиях сохраняющегося и расширяющегося санкционного режима и ответных мер со стороны РФ.

Возникли существенные проблемы в комплектовании дойного стада, т. к. до 70% высокопродуктивного племенного скота закупалось в Евросоюзе и Канаде, племенной скот, ввозимый из Бразилии и Беларуси, не мог компенсировать потери в генетическом качестве³.

Доильные установки DeLaval, GEA и Westfalia стали недоступны, возникли проблемы с их техобслуживанием, что вынуждало производителей массово переходить на уступающие им по качеству китайские и российские аналоги.

Запрет на ввоз кормовых добавок и премиксов привёл к дефициту и удорожанию рационов. Стал остро ощущаться дефицит импортных препаратов, что привело к трудностям с вакцинацией и лечением болезней животных.

Возникли сложности с привлечением иностранного капитала и кредитованием отрасли, выросла себестоимость производства молока и, несмотря на частичную компенсацию за счёт государственных субсидий и субвенций, снизилась доходность.

В качестве ответных мер в России была запущена госпрограмма «Развитие АПК» 2013–2020 гг., включающая раздел «Развитие отечественного племенного животноводства», выделены субсидии на покупку российского оборудования для молочного скотоводства, предусмотрена поддержка селекционно-генетических центров в Краснодарском крае и Республике Татарстан, а также разработаны первые национальные аналоги кормовых добавок и вакцин⁴.

Третий этап: 2018–2021 гг. Развитие процессов импортозамещения в молочном скотоводстве.

Этот период развития отрасли можно охарактеризовать как переходный от краткосрочных и импульсивных реакций на санкции и ограничения к системным мерам по замещению внешних ресурсов, технологий и племенного материала на внутренние (или импорт из дружественных стран). На этом этапе государство не только сохранило, но и расширило меры поддержки молочного скотоводства в рамках национальных программ «Развитие сельского хозяйства» и «Комплексное развитие сельских территорий». Активизированы государственные программы поддержки молочного скотоводства, локализовано производство оборудования, усилено развитие племенного дела и кормовой базы, что позволило несколько стабилизировать ситуацию в отрасли⁵.

Из реальных преобразований следует выделить создание в пяти регионах России генетических центров, в задачи которых входило обеспечение ферм племенным материалом и консультационной поддержкой по вопросам разведения. Это привело к повышению результативности воспроизводства дойного стада. Запуск новых и расширение существующих заводов по производству премиксов, аминокислот, витаминно-минеральных комплексов позволил снизить себестоимость кормления и повысить качество рациона. Появились государственные программы частичной компенсации затрат на приобретение отечественного оборудования. Внедрение цифровых систем учета надоев, кормов и показателей здоровья (ERP, CRM-системы для агросектора) дало возможность автоматизировать индивидуальный учет и контроль состояния животных. Аграрные курсы и онлайн-обучение для фермеров и специалистов способствовали повышению квалификации работников и снижению влияния ошибок в управлении.

³ Рентабельность и инвестиции в АПК: аналитика и обзоры. Москва: ООО «Агроинвестор», 2022–2024. URL: <https://agroinvestor.ru>

⁴ Статистика внешней торговли / Евразийская экономическая комиссия. URL: <https://eec.eaeunion.org>; Аналитика по рентабельности и себестоимости молочного производства / Институт конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР). URL: <https://ikar.ru>

⁵ Отраслевые исследования по АПК / Институт аграрного маркетинга. URL: <http://www.iam.ru>; Сельское хозяйство России: стат. сб. Москва: Росстат, 2015–2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

Четвертый этап: 2022 год. Новая волна ограничений.

После начала специальной военной операции (СВО) и существенного усиления санкционного давления были введены новые строгие ограничительные меры, затронувшие практически все компоненты производственной цепочки отрасли.

Полное прекращение сотрудничества с иностранными компаниями практически остановило поставки современного доильного и холодильного оборудования, запчастей, ветеринарных препаратов, генетических материалов, техническую поддержку и доступ к новейшим технологиям. Отключение российских банков от SWIFT, валютные ограничения, заморозка и разрыв действующих контрактов затруднили импорт даже из стран, официально не поддерживавших санкции. Перебои с поставками через порты недружественных стран и переориентация на железнодорожные маршруты через Китай увеличили сроки поставок и усложнили доступ к критически важным компонентам.

Среди компенсационных мер можно выделить разработку ускоренных программ импортозамещения, направленных на локализацию производства оборудования для животноводства, медикаментов и кормовых компонентов, а также сотрудничество с производителями из Китая, Индии, Турции и Бразилии для поставки альтернативных аналогов; активизацию программ ускоренного воспроизводства племенного поголовья, гранты и субсидии на генетические лаборатории, открытие ряда новых племенных центров; расширение государственной поддержки в виде субсидий на покупку отечественной техники, компенсации процентных ставок и т. д.

Этот этап подтвердил важность национальной технологической независимости и необходимость долгосрочного планирования развития молочного скотоводства в условиях глобальной турбулентности.

Пятый этап: 2023–2024 гг. Переход к устойчивому функционированию в условиях санкционного режима.

После периода интенсивных внешних ограничений и внутренних изменений этот этап стал временем стабилизации и адаптации молочного скотоводства к новой реальности. Появились признаки устойчивого развития отрасли

в условиях ограниченного доступа к внешним ресурсам. Основным направлением государственной политики стало завершение процессов локализации критически важного производственного оборудования и технологических решений.

Племенные центры в Татарстане, Вологодской, Новосибирской, Орловской областях начали самостоятельное производство эмбрионов и спермы быков-производителей, что полностью обеспечило потребность в племенном материале молочных пород. Запущены программы дистанционного обучения и переподготовки специалистов-животноводов при поддержке Минсельхоза и РАНХиГС. За счёт открытия собственного производства существенно снизилась импортозависимость от вакцин и препаратов. В 12 субъектах реализованы региональные программы поддержки «умных ферм» и малых молочных кооперативов⁶.

Государство сосредоточилось на создании устойчивой финансовой базы для развития молочного скотоводства. Была пролонгирована программа льготного кредитования под 5% на 7 лет, предусматривающая закупку оборудования, строительство ферм, внедрение ИТ-систем, также предусмотрены специальные гранты на внедрение цифровых решений и освобождение от налога на имущество сроком до 5 лет при строительстве новых молочных комплексов и ферм⁷.

В итоге за счёт активной государственной поддержки, локализации оборудования, генетической независимости и внедрения цифровых решений отрасль существенно повысила рентабельность, снизила импортозависимость и укрепила устойчивость.

Влияние российского эмбарго на молочный сектор экономики стран ЕС

Экономические санкции, введенные против РФ в 2014 году и ответные контрсанкции привели к серьёзным проблемам в молочной отрасли стран ЕС, т. к. после введения российского эмбарго импорт в Россию европейских молочных продуктов был полностью запрещён, что вызвало кризис внутреннего перепроизводства.

⁶ Государственный доклад о состоянии и перспективах развития агропромышленного комплекса Российской Федерации. Москва: Минсельхоз России, 2022–2024.

⁷ Там же.

Следует отметить, что ЕС оперативно принял комплекс антикризисных мер, включающих субсидирование хранения избытков сухого молока и масла (программа Private Storage Aid); компенсацию потерь фермерским хозяйствам (более 1 млрд евро); компенсацию издержек, вызванных добровольным сокращением производства (программа Milk Reduction Scheme); экспортные субсидии производителям для выхода на новые товарные рынки.

В результате уже к 2016 году ЕС смог частично стабилизировать внутренний молочный рынок, а к 2018 году полностью восстановить объемы экспорта молочной продукции, сменив географию поставок (Bojnes, Ferto, 2017; Balkytė, Tvaronavičienė, 2019).

Санкции против России стали поворотным моментом в развитии молочного сектора экономики ЕС. Потеря крупного торгового партнера в лице РФ вначале вызвала кризисные явления, но затем привела к экспортной переориентации на азиатские и ближневосточные рынки, технологической модернизации отрасли, росту эффективности производства и повышению качества выпускаемой продукции. Пример ЕС показал, что при грамотной финансовой политике санкции могут стать не только фактором падения и деградации уровня производства, но и стимулятором развития и экономического роста.

Влияние экономических санкций на молочный сектор экономики Республики Беларусь

После 2014 года Республика Беларусь, потеряв доступ к европейским рынкам, воспользовалась возможностью занять освободившуюся в результате санкций часть продуктового рынка РФ. В 2015 году доля белорусской продукции в импорте молочных продуктов России достигла 80%. Такая ситуация сделала молочную отрасль Беларуси зависимой от внешней политической конъюнктуры, но именно торговля с Россией стала и в настоящее время остаётся основным источником валютной выручки для большинства местных предприятий.

Расширяющееся сотрудничество с РФ является фактором и стимулом масштабной модернизации производства. С 2015 по 2023 год в Республике Беларусь было реконструировано более 400 молочно-товарных ферм, а производство молока выросло с 6,8 до 7,8 млн тонн.

Государственное регулирование остаётся основой белорусской модели экономики. Государство определяет закупочные цены на молоко, субсидирует закупку кормов и техники. Экономические санкции стали для страны не только проверкой на прочность, но и возможностью для расширения производства, модернизации оборудования, развитию рынков сбыта и т. д. (Ley, Tochitskaya, 2021; Belyaeva, Kharitonova, 2022).

Влияние экономических санкций на молочный сектор экономики Исламской Республики Иран

Санкции, ограничившие доступ к иностранным технологиям и капиталу, довольно своеобразно повлияли на развитие молочного сектора экономики Исламской Республики Иран. Под их воздействием сформировалась изолированная и самодостаточная модель молочного производства, сочетающая государственное планирование и элементы самостоятельного регионального развития.

В 2010 году была принята стратегия экономики сопротивления, направленная на импортозамещение и укрепление внутреннего производства, а также ряд государственных программ по поддержке фермеров и развитию племенного дела. В результате к 2020 году страна стала полностью обеспечивать себя молочными продуктами собственного производства⁸.

В настоящее время реализуется национальный план «Iran Dairy Vision 2030», направленный на модернизацию ферм и улучшение генетического потенциала поголовья; расширение возможностей экспорта молока и молочной продукции в соседние страны; расширение производства сухого молока и сыворотки для кондитерской промышленности (Pourkhanali, Saleh, 2021).

Таким образом, молочная отрасль Исламской Республики Иран смогла не только адаптироваться к условиям жёстких внешнеэкономических ограничений, но и стать одним наиболее стабильных направлений развития национальной экономики.

⁸ Iran Economic Monitor: Navigating the Perfect Storm. The World Bank Group, 2022; FAO-STAT Database. Available at: <https://www.fao.org/faostat>

Влияние экономических санкций на молочный сектор экономики Корейской Народно-Демократической Республики

В условиях постоянной изоляции страны молочная отрасль КНДР остаётся на очень низком технологическом уровне, а молочная продукция производится в объёмах, достаточных лишь для удовлетворения нужд лечебных и детских учреждений. Некоторые позитивные сдвиги наблюдаются в отношениях с Китаем и РФ, которые поставляют базовое оборудование и организуют обмен специалистами.

В отличие от России, Беларуси или Ирана, где экономические санкции стимулировали процессы импортозамещения (табл. 2), в КНДР они лишь замедлили технологическое развитие и усилили продовольственную зависимость (Frank, 2019).

Анализ последствий экономических санкций для молочного сектора России, стран ЕС, Беларуси, Ирана и КНДР показал, что эффективность адаптации к изменению внешних условий напрямую связана с качеством институционального управления, уровня технологической зрелости, доступа к инновационным технологиям и экономической автономности.

Кроме того, при наличии высокого инновационного потенциала и диверсификации рынков сбыта (ЕС и частично РФ) экономические санкции становятся стимулом развития; при замкнутой и централизованной экономике (Беларусь, Иран) экономический рост достигается за счёт мобилизации внутренних ресурсов; при условии полной изоляции (КНДР) санкции приводят к существенному замедлению в развитии и экономической стагнации.

Материалы и методы

Для оценки уровня воздействия санкций по ключевым параметрам были выбраны методики, сочетающие качественный и количественный анализ. Для повышения степени объективности и достоверности представленных исследований нами последовательно использованы три различных метода расчетов:

1) метод линейной свёртки (взвешенной суммы) с предварительной нормализацией каждого частного показателя, а затем их усреднением с учётом весов;

2) метод геометрической свёртки (мультипликативного индекса), т. е. способ построения интегрального показателя на основе геометрического среднего нормализованных значений,

Таблица 2. Показатели отрасли молочного животноводства до и после введения санкций

| Показатель | Страна | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | Россия | ЕС | Беларусь | Иран | КНДР |
| Период до / после санкций, годы | 2010–2013 / 2015–2024 | 2010–2013 / 2014–2024 | 2010–2013 / 2015–2024 | 2008–2011 / 2012–2024 | 2008–2011 / 2012–2024 |
| Производство молока | +5% | -1,8% | +20% | +17% | -23% |
| Годовой надой на корову | +36% | +7% | +26% | +38% | -12% |
| Поголовье животных | -12% | -14% | -7% | -12% | -13% |
| Доля импорта | -19 п. п. | +3 п. п. | -6 п. п. | -10 п. п. | +10 п. п. |
| Экспортируемые страны | СНГ, Китай, страны Ближнего Востока | Африка, Азия, страны Ближнего Востока | Россия, Казахстан, Китай | Ирак, Афганистан, ОАЭ | нет |
| Господдержка | +130% | +10% | +66% | +120% | -75% |
| Основной эффект от санкций | Импортозамещение, рост переработки | Потеря российского рынка | Рост экспорта в РФ | Рост внутренних инвестиций | Зависимость от Китая |
| Ключевые проблемы | Импорт техники, генетики | Энергозатраты, падение цен | Ограниченные рынки | Недостаток технологий | Дефицит кормов, изоляция |
| Составлено по: Kuznetsova I, Yanbykh R. (2021). Russian food security and the import substitution policy: The case of dairy. Russian Journal of Economics, 7(3), 266–285; EU dairy farms report 2020. DG Agriculture and Rural Development (2020). European Commission; Impact of Sanctions on Agricultural Trade and Food Security in the Eurasian Region (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); (Belyaeva M., Kharitonova M., 2022); (Pourkhanali A., Saleh A S., 2021); Final Report of the Panel of Experts Submitted Pursuant to Resolution 2345 (2017). United Nations, S/2021/211. | | | | | |

при котором низкие значения одного фактора не оказывают решающего влияния на итоговый индекс;

3) методика с использованием функции желательности Харрингтона, позволяющая преобразовать каждый показатель в шкалу [0; 1] по степени желательности и чаще всего применяющаяся для оценки степени соответствия параметров нормативному или иному заданному уровню.

Для оценки устойчивости развития молочного скотоводства предлагается использовать разработанный нами композиционный индекс на основе четырех ключевых показателей (табл. 3).

Расчет индекса производится при нормализации показателей (min-max scaling для приведения к шкале 0–1) с учетом веса путем агрегации в итоговый индекс:

$$\text{Индекс}_{\text{устойчивости}} = 0.3 \times \text{Экон.} + 0.3 \times \text{Произ.} + 0.2 \times \text{Рынок} + 0.2 \times \text{СоцЭкол.} \quad (1)$$

Весовые комбинации определялись на основе нескольких методов. С помощью экспертного анализа были выявлены средние оценки значимости по ключевым факторам: экономические – 4,7, производственные – 4,5, рыночные – 3,8, социально-экологические – 3,5. Метод главных компонент на основе статистического анализа PCA выявил объясняющую способность условий в следующих пропорциях: экономические – 28% дисперсии, производственные – 27% дисперсии, рыночные – 19% дисперсии, социально-экологические – 16% дисперсии.

В работе для оценки влияния санкций использованы методы сравнительного анализа ПО: Python 3.10 (библиотеки: Pandas, Scikit-learn, Folium, Matplotlib); Google Colab для облачных вычислений. Картографическая визуализация произведена на основе интерактивной карты (Folium) с цветовой дифференциацией и статичных карт (Matplotlib) для отчетных документов.

Результаты

В процессе исследования в качестве исходных данных нами был использован цифровой материал, полученный исключительно из открытых источников информации. В случае отсутствия полного массива достоверной годовой статистики применялся логически построенный тренд, основанный на общих отраслевых данных с учетом выявленных в процессе исследований закономерностей.

Исходные данные для расчета интегрального индекса развития молочного скотоводства приведены в таблице 4.

Интегральный индекс методом линейной свёртки рассчитывался как среднее значение нормализованных показателей: производства молока, среднегодового надоя (положительное влияние), импорта оборудования, импорта кормов и себестоимости молока (отрицательное влияние). Нормализация проводилась по методу min-max. Интегральный индекс I_t по каждому году находили по формуле:

$$I_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{i,t}^H, \quad (2)$$

где t – порядковый номер года;

$X_{i,t}^H$ – нормализованное значение i -го показателя.

Таблица 3. Показатели оценки устойчивости молочного скотоводства в условиях санкций*

| Компонент | Показатель | Вес в индексе, % |
|---------------------------------------|---|------------------|
| Экономическая устойчивость | Рентабельность молочного скотоводства (%) | 30 |
| | Доля господдержки в выручке (%) | |
| | Зависимость от импорта кормов и техники (%) | |
| Производственная устойчивость | Надой на 1 корову (кг/год) | 30 |
| | Поголовье молочного стада (тыс. голов) | |
| | Доля автоматизированных ферм (%) | |
| Логистическая и рыночная устойчивость | Объем экспорта молочной продукции (тыс. т) | 20 |
| | Доступность альтернативных рынков сбыта (индекс диверсификации) | |
| Социально-экологическая устойчивость | Обеспеченность кормами местного производства (%) | 20 |
| | Кадровая обеспеченность (число ветврачей на 1000 голов) | |

* Вес индекса определен на основании методов: PCA, критерия согласованности, регрессионного анализа.

Источник: составлено авторами.

Таблица 4. Исходные данные для расчёта интегрального индекса развития молочного скотоводства РФ, 2013–2024 гг.

| Год | Производство молока, млн т | Доля импорта оборудования, % | Доля импорта кормов и препаратов, % | Среднегодовой надой, кг | Рентабельность, % |
|------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 2013 | 30,5 | 70 | 60 | 4400 | 10,5 |
| 2014 | 31,0 | 65 | 57 | 4500 | 11,2 |
| 2015 | 30,8 | 60 | 55 | 4550 | 10,8 |
| 2016 | 30,2 | 55 | 53 | 4700 | 9,6 |
| 2017 | 30,7 | 50 | 50 | 4900 | 10,1 |
| 2018 | 30,9 | 48 | 47 | 5100 | 10,9 |
| 2019 | 31,6 | 45 | 43 | 5500 | 14,2 |
| 2020 | 32,2 | 42 | 40 | 5800 | 19,5 |
| 2021 | 32,6 | 40 | 38 | 6200 | 20,1 |
| 2022 | 32,8 | 38 | 35 | 6700 | 20,2 |
| 2023 | 32,9 | 36 | 33 | 7400 | 29,9 |
| 2024 | 33,1 | 35 | 30 | 7650 | 31,8 |

Источники: Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России: стат. сб. Москва: Росстат, 2023; Аналитический отчет о состоянии и развитии молочного животноводства в России за 2022–2024 гг. / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: Москва, 2024; Глобальный обзор рынка молочных продуктов / ФАО. 2024.

В таблице 5 приведен расчет интегрального индекса развития молочного скотоводства и показана динамика его изменения за 2013–2024 гг. Согласно данным, за рассматриваемый период интегральный индекс развития молочного скотоводства в России демонстрирует устойчивый рост, что свидетельствует о переходе отрасли от состояния высокой зависимости от импорта и низкой продуктивности животных к фазе эффективного развития отрасли. Особенно заметный рост наблюдается с 2019 года, что объясняется адаптацией к внешним ограничениям и улучшением эффективности производства.

Метод геометрической свёртки с использованием z-нормализации позволил дать более чувствительную оценку интегрального индекса развития молочного скотоводства. Общая формула для расчета интегрального индекса I_t имеет следующий вид:

$$I_t = \left(\prod_{i=1}^n \left| \frac{X_{it} - X_{i\text{cp}}}{\sigma_i} \right| \right)^{\frac{1}{n}}, \quad (3)$$

где $X_{i\text{cp}}$ — среднее значение i -го показателя за весь период;

σ_i — стандартное отклонение показателя i .

Таблица 5. Расчёт интегрального индекса развития молочного скотоводства РФ методом линейной свёртки, 2013–2024 гг.

| Год | Производство молока | Доля импорта оборудования | Доля импорта кормов и препаратов | Среднегодовой надой | Рентабельность | Интегральный индекс |
|------|---------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| 2013 | 0,103 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,04 | 0,029 |
| 2014 | 0,276 | 0,143 | 0,1 | 0,031 | 0,071 | 0,124 |
| 2015 | 0,207 | 0,286 | 0,167 | 0,046 | 0,054 | 0,152 |
| 2016 | 0,0 | 0,429 | 0,233 | 0,092 | 0,0 | 0,151 |
| 2017 | 0,172 | 0,571 | 0,333 | 0,154 | 0,018 | 0,25 |
| 2018 | 0,241 | 0,629 | 0,433 | 0,215 | 0,063 | 0,316 |
| 2019 | 0,483 | 0,714 | 0,567 | 0,338 | 0,196 | 0,46 |
| 2020 | 0,690 | 0,811 | 0,667 | 0,431 | 0,442 | 0,606 |
| 2021 | 0,828 | 0,857 | 0,733 | 0,554 | 0,464 | 0,687 |
| 2022 | 0,897 | 0,914 | 0,833 | 0,708 | 0,464 | 0,763 |
| 2023 | 0,931 | 0,971 | 0,9 | 0,923 | 0,911 | 0,927 |
| 2024 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Составлено по: Сельское хозяйство России: стат. сб. Москва: Росстат, 2015–2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

Рассчитанный по данной методике интегральный индекс развития молочного скотоводства РФ за 2013–2024 гг. представлен в *таблице 6*.

Использование z-нормализации позволило оценить силу и сбалансированность развития молочного скотоводства России в условиях санкционного давления. Следует отметить, что в период 2013–2017 гг. интегральный индекс имел разнонаправленную динамику, указывая на неустойчивый уровень состояния, а с 2020 года начинается постепенный рост показателя, отражающий начало позитивных процессов в отрасли.

Методика с использованием функции желательности Харрингтона предусматривает расчет каждого годового индекса D_t по формуле (4) с последующим сворачиванием в геометрическое среднее всех частных коэффициентов желательности:

$$D_t = \exp \left(- \exp \left(-b \frac{2X_t - X_{\min} - X_{\max}}{X_{\max} - X_{\min}} \right) \right), \quad (4)$$

где X_t – фактическое значение показателей;
 X_{\max} , X_{\min} – допустимый диапазон значений показателей;

b – эмпирический коэффициент.

Все расчеты по данной методике приведены в *таблице 7*.

Таблица 6. Расчёт интегрального индекса развития молочного скотоводства РФ методом геометрической свёртки с использованием z-нормализации, 2013–2024 гг.

| Год | Производство молока | Доля импорта оборудования | Доля импорта кормов и препаратов | Среднегодовой надой | Рентабельность | Интегральный индекс |
|------|---------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| 2013 | -1,099 | -1,917 | -1,552 | -1,112 | -0,804 | 0,256 |
| 2014 | -0,603 | -1,467 | -1,24 | -1,021 | -0,711 | 0,152 |
| 2015 | -0,801 | -1,018 | -1,032 | -0,975 | -0,764 | 0,058 |
| 2016 | -1,396 | -0,569 | -0,824 | -0,838 | -0,924 | 0,148 |
| 2017 | -0,901 | -0,12 | -0,511 | -0,655 | -0,871 | 0,286 |
| 2018 | -0,702 | 0,06 | -0,199 | -0,472 | -0,738 | 0,511 |
| 2019 | -0,008 | 0,329 | 0,217 | -0,107 | -0,339 | 0,989 |
| 2020 | 0,587 | 0,599 | 0,529 | 0,168 | 0,392 | 1,445 |
| 2021 | 0,983 | 0,779 | 0,737 | 0,533 | 0,459 | 1,688 |
| 2022 | 1,181 | 0,958 | 1,049 | 0,99 | 0,459 | 1,912 |
| 2023 | 1,281 | 1,138 | 1,257 | 1,63 | 1,788 | 2,406 |
| 2024 | 1,479 | 1,228 | 1,569 | 1,859 | 2,054 | 2,622 |

Составлено по: Сельское хозяйство России: стат. сб. Москва: Росстат, 2015–2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

Таблица 7. Расчёт интегрального индекса развития молочного скотоводства РФ методом геометрической свёртки с использованием функции желательности Харрингтона, 2013–2024 гг.

| Год | Производство молока, млн т | Доля импорта оборудования, % | Доля импорта кормов и препаратов, % | Среднегодовой надой, кг | Рентабельность, % | Интегральный индекс |
|------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| 2013 | 0,0015 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 |
| 2014 | 0,0458 | 0,0042 | 0,0013 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0015 |
| 2015 | 0,0159 | 0,0520 | 0,0072 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0031 |
| 2016 | 0,0001 | 0,1913 | 0,0248 | 0,0011 | 0,0000 | 0,0015 |
| 2017 | 0,0081 | 0,3749 | 0,0885 | 0,0054 | 0,0001 | 0,0100 |
| 2018 | 0,0281 | 0,4431 | 0,1972 | 0,0184 | 0,0004 | 0,0285 |
| 2019 | 0,2604 | 0,5308 | 0,3690 | 0,0931 | 0,0131 | 0,1438 |
| 2020 | 0,5075 | 0,5993 | 0,4844 | 0,1940 | 0,2080 | 0,3585 |
| 2021 | 0,6175 | 0,6351 | 0,5476 | 0,3528 | 0,2365 | 0,4477 |
| 2022 | 0,6557 | 0,6640 | 0,6211 | 0,5247 | 0,2365 | 0,5069 |
| 2023 | 0,6713 | 0,6871 | 0,6574 | 0,6679 | 0,6624 | 0,6692 |
| 2024 | 0,6968 | 0,6968 | 0,6968 | 0,6968 | 0,6968 | 0,6969 |

Составлено по: Сельское хозяйство России: стат. сб. Москва: Росстат, 2015–2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

Расчеты с использованием функции желательности Харрингтона показывают, что, несмотря на значительное снижение желательности по ряду показателей в начале санкционного периода 2014–2016 гг., индекс начал расти и в 2024 году достиг наиболее высоких значений, что соответствует по шкале желательности оценке «хорошо».

Для удобства анализа полученных результатов была проведена графическая визуализация данных (рис. 1).

Характер диаграммы за исследуемый период подтверждает устойчивый рост интегрального индекса развития молочного скотоводства РФ по всем представленным методам расчёта. Несмотря на видимые замедления или плато, заметные в отдельные годы, общий вектор развития положителен.

Линейная свёртка показывает равномерное устойчивое улучшение индекса после 2017 года, и с 2020 по 2024 год наблюдается интенсивный рост, связанный с усилением государственной поддержки отрасли и активизацией процессов импортозамещения.

Геометрическая свёртка более чувствительна к высоким значениям частных показателей, и резкие изменения индекса в период 2018–2024 гг.

говорят о качественном скачке в условиях санкционного давления.

Кривая функция желательности Харрингтона демонстрирует относительное плато с ускорением после 2018 года, что свидетельствует о переходе от «плохого» состояния к «умеренному» и далее (после 2023 года) «хорошему» уровню.

Определим устойчивость отрасли на основе предлагаемых индексов. Для расчета были адаптированы веса из опыта ЕС в оценке последствий санкций 2014 года и индекса устойчивости молочного производства ФАО (2022 год). В качестве исходных данных выбраны 12 показателей по 85 регионам РФ за 2022–2023 гг. На основе метода PCA, rotated component matrix были определены факторные нагрузки (табл. 8, 9).

Компонент 1: «Экономическая устойчивость» (нагрузки на рентабельность и господдержку).

Компонент 2: «Производственная мощность» (нагрузки на надои и поголовье).

Компонент 3: «Рыночная активность» (нагрузка на экспорт).

Компонент 4: «Ресурсная обеспеченность» (нагрузка на корма).

Рис. 1. Динамика изменения уровня развития молочного скотоводства РФ, 2013–2024 гг.



Источники: Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2023: стат. сб. Москва: Росстат. 2023; Сельское хозяйство России: стат. сб. Москва: Росстат, 2015–2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

Таблица 8. Результаты PCA

| Компонент | Собственное значение | % объясненной дисперсии | Кумулятивный % | Вес, % |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|----------------|--------|
| 1 Экономический | 3,85 | 32,1 | 32,1 | 38,9 |
| 2 Производственный | 2,97 | 24,8 | 56,9 | 30,00 |
| 3 Рыночный | 1,76 | 14,7 | 71,6 | 17,8 |
| 4 Социально-экологический | 1,32 | 11,0 | 82,6 | 3,3 |

Таблица 9. Факторные нагрузки (rotated component matrix)

| Показатель | Компонент 1 (Экономический) | Компонент 2 (Производственный) | Компонент 3 (Рыночный) | Компонент 4 (Социально-экологический) |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--|
| Рентабельность | 0,92 | 0,15 | 0,08 | 0,03 |
| Доля господдержки | 0,87 | 0,22 | 0,12 | 0,09 |
| Надой на корову | 0,11 | 0,94 | 0,05 | 0,08 |
| Поголовье | 0,18 | 0,89 | 0,13 | 0,07 |
| Объем экспорта | 0,09 | 0,07 | 0,91 | 0,12 |
| Обеспеченность кормами | 0,05 | 0,11 | 0,14 | 0,93 |

Произведём расчет весов:

Вес_компонента = (Собственное значение)
/ (Сумма собственных значений выбранных
компонент)

Экономический: $3,85/9,90 \approx 0,39 \rightarrow$ Норми-
ровка до 30%.

Производственный: $2,97/9,90 \approx 0,30 \rightarrow 30\%$.

Рыночный: $1,76/9,90 \approx 0,18 \rightarrow 20\%$.

Социально-экологический: $1,32/9,90 \approx 0,13$
 $\rightarrow 20\%$.

На основе разработанной методики и уточ-
ненных весов составим таблицу рейтинга реги-
онов по индексу устойчивости молочного ско-
товодства (табл. 10).

Таблица 10. Рейтинг регионов по индексу устойчивости молочного скотоводства, 2023 г.

| Рейтинг | Регион | Экон. (30%) | Произв. (30%) | Рынок (20%) | Соц-экол. (20%) | Итоговый индекс | Группа устойчивости |
|---------|--------------------------|----------------|------------------|----------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| 1 | Республика Татарстан | 0,85 | 0,90 | 0,75 | 0,80 | 0,83 | Высокая |
| 2 | Краснодарский край | 0,80 | 0,85 | 0,70 | 0,75 | 0,78 | Высокая |
| 3 | Республика Башкортостан | 0,75 | 0,80 | 0,65 | 0,70 | 0,73 | Высокая |
| 4 | Белгородская область | 0,78 | 0,72 | 0,68 | 0,65 | 0,72 | Высокая |
| 5 | Воронежская область | 0,70 | 0,75 | 0,60 | 0,65 | 0,68 | Средняя+ |
| 6 | Алтайский край | 0,65 | 0,70 | 0,55 | 0,60 | 0,63 | Средняя+ |
| 7 | Ленинградская область | 0,68 | 0,65 | 0,58 | 0,55 | 0,62 | Средняя+ |
| 8 | Свердловская область | 0,60 | 0,65 | 0,50 | 0,55 | 0,58 | Средняя |
| 9 | Кировская область | 0,58 | 0,62 | 0,48 | 0,52 | 0,56 | Средняя |
| 10 | Ростовская область | 0,55 | 0,60 | 0,45 | 0,50 | 0,54 | Средняя |
| 11 | Новосибирская область | 0,50 | 0,58 | 0,42 | 0,48 | 0,51 | Средняя- |
| 12 | Омская область | 0,48 | 0,55 | 0,40 | 0,45 | 0,49 | Средняя- |
| 13 | Тюменская область | 0,45 | 0,52 | 0,38 | 0,42 | 0,46 | Низкая+ |
| 14 | Калининградская область | 0,42 | 0,48 | 0,35 | 0,40 | 0,43 | Низкая+ |
| 15 | Челябинская область | 0,40 | 0,45 | 0,32 | 0,38 | 0,40 | Низкая+ |
| 16 | Иркутская область | 0,35 | 0,42 | 0,28 | 0,32 | 0,36 | Низкая |
| 17 | Амурская область | 0,30 | 0,38 | 0,25 | 0,28 | 0,32 | Низкая |
| 18 | Республика Саха (Якутия) | 0,28 | 0,32 | 0,22 | 0,25 | 0,28 | Низкая- |
| 19 | Магаданская область | 0,25 | 0,28 | 0,18 | 0,20 | 0,24 | Критическая |
| 20 | Чукотский АО | 0,20 | 0,22 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | Критическая |
| 21 | Вологодская область | 0,60 | 0,78 | 0,70 | 0,65 | 0,68 | Средняя+ |

Источник: составлено авторами.

Представленные данные демонстрируют высокие показатели по Республике Татарстан (0,83), Краснодарскому краю (0,78), Республике Башкортостан (0,73). Основные факторы успеха: высокая рентабельность (15–20%), обеспеченность кормовой базой более 85%, наличие развивающихся автоматизированных ферм и перерабатывающих предприятий. Средние значения у регионов с показателем устойчивости 0,5–0,7. Эти территории характеризуются ограничением экспортных возможностей, умеренной зависимостью от импорта кормов (30–50%). В качестве рекомендаций для них можно отметить развитие кормовой базы и модернизацию оборудования. Аутсайдеры среди регионов с индексом значения менее 0,4 – Магаданская область и Чукотский АО, испытывающие сильную зависимость от завозных кормов (> 70%). Для достижения оптимальных результатов им необходимо создавать логистические хабы и развивать тепличные кормопроизводства. Одним из лидеров в молочном скотоводстве является Вологодская область: итоговый индекс – 0,68, что свидетельствует о значениях выше среднего уровня развития отрасли. После введенных в 2022 году санкций в регионе появились проблемы, связанные с ростом себестоимости производства, дефицитом импортного оборудо-

вания. Однако активные меры господдержки помогли отрасли адаптироваться, добиться рекордных показателей продуктивности коров. Основные показатели развития молочного скотоводства в Вологодской области представлены на *рисунке 2*.

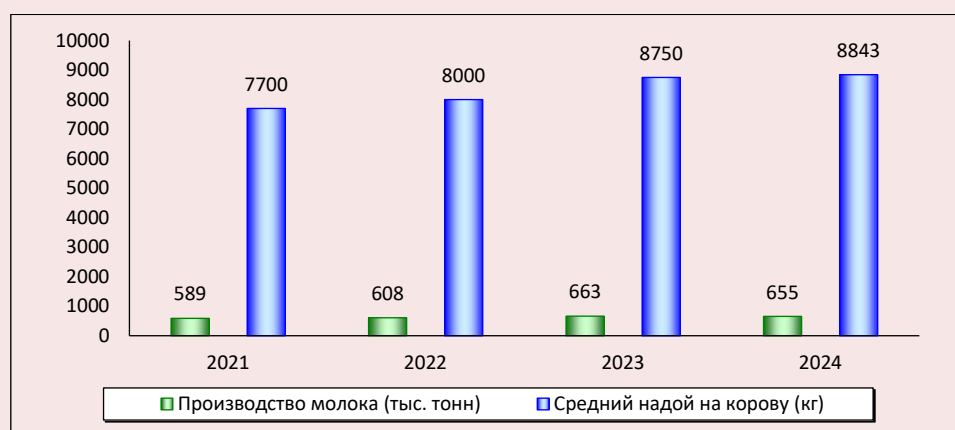
Несмотря на введение санкций, в 2022 году производство молока увеличилось на 3,2% за счет повышения производительности коров. Прирост данного показателя в 2023 году составил 9,2% к предыдущему. В 2024 году наблюдается стабилизация этого показателя на высоком уровне и достигнут исторический максимум продуктивности коров – 8843 кг на одну корову.

Картограмма распределения регионов по индексу устойчивости отрасли молочного животноводства представлена на *рисунке 3*.

Географическое распределение показало наилучшие результаты в регионах Центрального и Южного федеральных округов, особые меры требуются территориям Дальнего Востока и Севера.

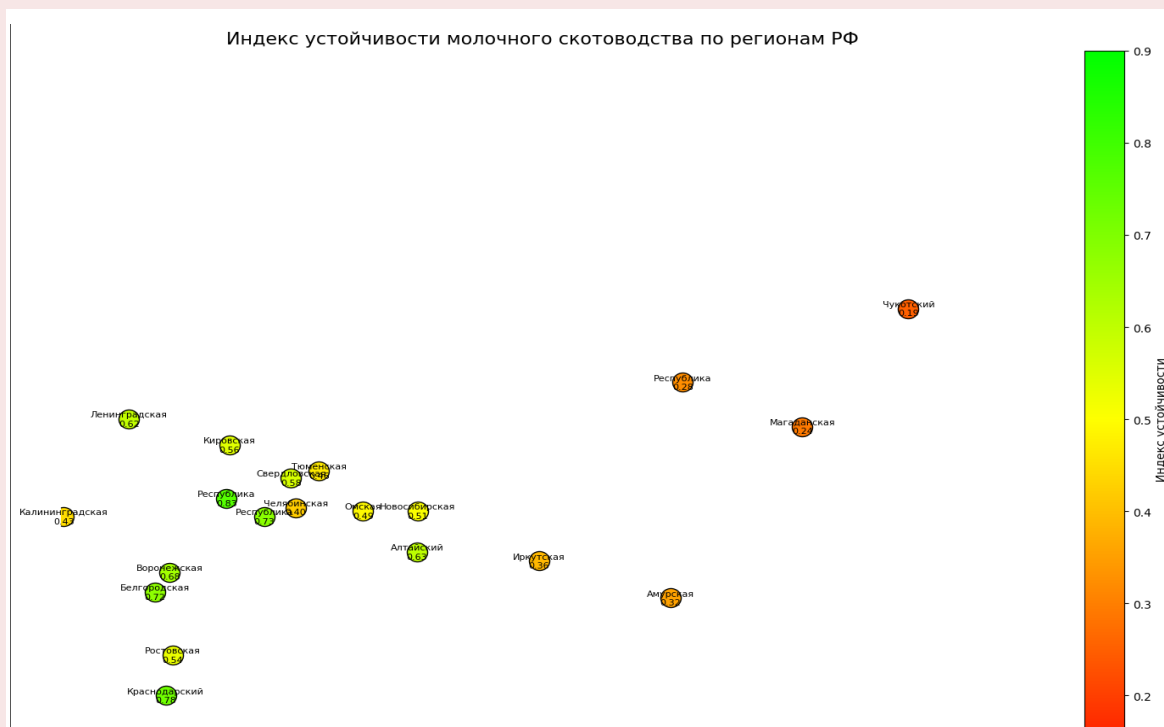
Средний индекс устойчивости за 2023 год возрос на 8,3% (*рис. 4*). Несмотря на запретные меры со стороны стран Запада, отрасль демонстрирует успешную адаптацию в большинстве регионов. Территории с диверсифицированной экономикой (Воронежская и Челябинская области) показывают минимальные изменения.

Рис. 2. Основные показатели развития молочного скотоводства в Вологодской отрасли за 2021–2024 гг.



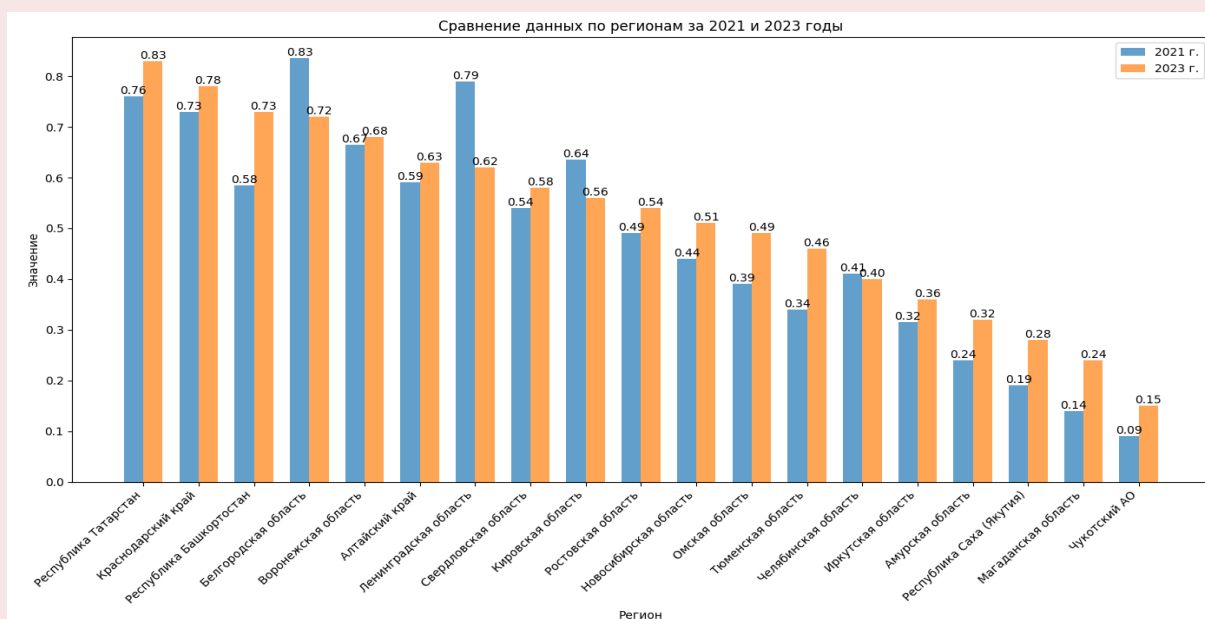
Источники: Поголовье скота в сельхозорганизациях Вологодской области: статистический отчет / Федеральная служба государственной статистики. Москва, 2024. URL: <https://35.rosstat.gov.ru> (дата обращения 13.11.2025); О поголовье скота и производстве молока в хозяйствах Вологодской области: статистический отчет / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Вологодской области (Вологдастат). Вологда, 2021–2024. URL: <https://35.rosstat.gov.ru> (дата обращения 13.11.2025).

Рис. 3. Картограмма распределения регионов по индексу устойчивости молочного скотоводства за 2023 г.



Источник: данные таблицы 8. ПО: Python 3.10, Библиотеки: Folium 0.14.0., GeoPandas 0.12.2, Matplotlib 3.7.1, Pandas 2.0.3 в облачной среде разработки Google Colab.

Рис. 4. Индекс устойчивости молочного скотоводства по регионам Российской Федерации за 2021, 2023 гг.



Источник: данные авторской методики расчета «Индекс устойчивости молочного скотоводства».

Прогноз развития молочного скотоводства позволит государству и бизнесу понять, к каким последствиям могут привести происходящие в экономике и других сферах процессы и заранее подготовиться к решению предстоящих задач. Моделирование условий дает возможность оценить сценарные последствия различных вариантов: инерционного развития, оптимистического (ослабление санкций и усиление господдержки), пессимистического (усиление санкций и сокращение помощи).

В условиях усиливающегося внешнего давления и необходимости адаптации государство, опираясь на прогноз, получит возможность обосновать объёмы субсидий и сформировать программы поддержки. Бизнес, в свою очередь, сможет оценить, насколько выгодны инвестиции в молочное скотоводство и какие риски следует учитывать в планируемых инвестиционных проектах.

В этом случае возникает острая необходимость разработки и применения инструмента прогнозирования, позволяющего учитывать не только внутреннюю динамику изменения показателей, но и воздействие на рассматриваемый объект ключевых макроэкономических регуляторов. Из всего разнообразия существующих методик анализа нами была выбрана модель ARIMAX, т. е. расширенная версия авторегрессии скользящего среднего (ARIMA), которая при построении прогноза учитывает не только внутреннее состояние самой системы, но и способна интегрировать в расчёты влияние управляемых факторов внешней среды (формула 5):

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^p \theta_j \varepsilon_{t-j} + \sum_{k=1}^p \beta_k Y_{k,t} + \varepsilon_t, \quad (5)$$

где Y_t — значение прогнозируемого показателя t ;

c — константа, отражающая средний уровень;

ϕ_i — весовой коэффициент, отражающий степень влияния предыдущего значения на настоящее;

θ_j — коэффициент среднего скользящего, зависящий от предыдущих случайных возмущений в предыдущем периоде;

ε_t — случайная ошибка прогнозного значения в момент времени t ;

β_k — коэффициент, отражающий степень чувствительности показателя к изменению фактора.

При построении прогнозной модели особое внимание было уделено обоснованию внешних факторов-регрессоров, оказывающих решающее влияние на изменение отраслевых показателей. После проведения предварительного анализа в качестве базовых внешних факторов были выбраны уровень санкционного давления (в шкале 0–10) и объём государственной поддержки (также в шкале 0–10), т. к. они обладают высокой степенью значимости и существенной изменчивостью во времени. Причём санкции выступали в модели как внешний деструктивный фактор, отрицательно влияющий на темпы развития, а государственная поддержка — как положительный показатель, компенсирующий негативное внешнее воздействие.

Горизонт прогноза (2025–2030 гг.) был выбран не случайно. Этот период охватывает среднесрочный цикл реализации государственной агропромышленной политики, до 2030 года планируется завершить ряд ключевых федеральных программ, что позволит соотнести прогноз с реальными инструментами бюджетного прогнозирования.

Для бизнеса семилетний срок совпадает с циклами окупаемости большинства инвестиционных проектов, и инвесторы получают возможность оценить перспективы рисков возврата вложений в зависимости от предложенных сценариев развития.

На основе представленной в формуле структуры были построены частные математические модели ARIMAX, учитывающие динамику изменения частных и интегрального прогнозных показателей, характеризующих степень развития молочного скотоводства:

— для зависимости от объёмов производства молока $Y_t^{\text{мол}}$:

$$Y_t^{\text{мол}} = 0,9 + 0,76Y_{t-1}^{\text{мол}} - 0,45X_{1,t} + 0,72X_{2,t} + \varepsilon_t; \quad (6)$$

— для зависимости от среднегодового надоя на одну корову $Y_t^{\text{надой}}$:

$$Y_t^{\text{надой}} = 170 + 0,85Y_{t-1}^{\text{надой}} - 0,45X_{1,t} + 0,72X_{2,t} + \varepsilon_t; \quad (7)$$

— для зависимости от рентабельности производства молока $Y_t^{\text{рент}}$:

$$Y_t^{\text{рент}} = 2,9 + 0,72Y_{t-1}^{\text{рент}} - 1,7X_{1,t} + 3,6X_{2,t} + \varepsilon_t; \quad (8)$$

– для зависимости от импорта оборудования $Y_t^{\text{имп1}}$:

$$Y_t^{\text{имп1}} = 3,2 + 0,64Y_{t-1}^{\text{имп1}} + 2,1X_{1,t} - 2,8X_{2,t} + \varepsilon_t; \quad (9)$$

– для зависимости от импорта кормов и препаратов $Y_t^{\text{имп2}}$:

$$Y_t^{\text{имп2}} = 3,7 + 0,81Y_{t-1}^{\text{имп2}} + 2,3X_{1,t} - 4,5X_{2,t} + \varepsilon_t; \quad (10)$$

– для расчета интегрального показателя развития $Y_t^{\text{инт}}$:

$$Y_t^{\text{инт}} = 0,94 + 0,61Y_{t-1}^{\text{инт}} - 0,032X_{1,t} + 0,057X_{2,t} + \varepsilon_t. \quad (11)$$

Анализируя выражение (11), необходимо отметить следующее:

– базовый уровень индекса больше нуля, что свидетельствует о внутренней способности системы к развитию без воздействия внешних факторов;

– значение, отражающее степень влияния предыдущего значения на последующее, равно 0,61 единицы, что говорит о достаточно высокой инерционности и устойчивости отрасли;

– отрицательное значение коэффициента β_1 (-0,032) подтверждает негативное влияние санкций на развитие отрасли;

– положительное значение коэффициента β_2 (+0,057) свидетельствует о благоприятном воздействии государственной поддержки, а так как абсолютное значение $|\beta_2| > |\beta_1|$, то, по нашим расчетам, поддержка вполне способна компенсировать потери отрасли от санкций.

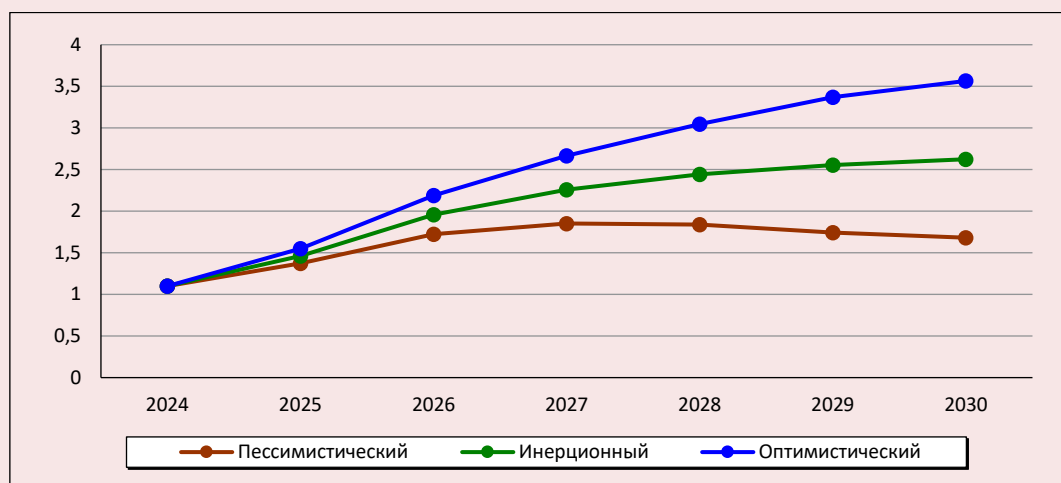
Динамика прогнозного изменения комбинированного интегрального индекса развития молочного скотоводства была рассчитана для трех сценариев – инерционного, оптимистического и пессимистического. Единица измерения балльная (0 баллов – минимальное развитие; выше 3-х баллов – высокая эффективность). Результаты расчетов представлены в *таблице 11*.

Для наглядности и облегчения восприятия результатов исследований была проведена их визуализация (*рисунок 5*).

Таблица 11. Комбинированный интегральный индекс развития молочного скотоводства России, 2025–2030 гг.

| Год | Сценарий развития | | |
|------|-------------------|-------------|-----------------|
| | Пессимистический | Инерционный | Оптимистический |
| 2025 | 1,373 | 1,462 | 1,552 |
| 2026 | 1,724 | 1,957 | 2,189 |
| 2027 | 1,852 | 2,258 | 2,667 |
| 2028 | 1,837 | 2,443 | 3,048 |
| 2029 | 1,741 | 2,555 | 3,369 |
| 2030 | 1,682 | 2,624 | 3,565 |

Рис. 5. Кривые прогноза комбинированного индекса развития молочного скотоводства России, 2025–2030 гг.



Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы.

При оптимистическом сценарии развития, предполагающем последовательное ослабление санкционного давления и усиление финансовой поддержки отрасли, комбинированный интегральный индекс демонстрирует устойчивую положительную динамику, что указывает на высокий потенциал отрасли к росту при благоприятных условиях развития.

Инерционный сценарий, предусматривающий, что параметры санкционного давления будут оставаться на уровне 2024 года, показывает более умеренный рост комбинированного интегрального показателя, что подтверждает наличие внутренней устойчивости отрасли, но практически исключает возникновение прорывных изменений в условиях структурных вызовов.

Пессимистический сценарий, предусматривающий усиление внешнего давления и сокращение или даже прекращение помощи государства, свидетельствует о потенциальной стагнации отрасли.

Вывод

Таким образом, санкции оказали неоднозначное воздействие на развитие молочного скотоводства в период 2022–2024 гг. Можно выделить несколько тенденций:

1) зависимость от санкций снизилась за счет стимулирования собственного производства кормов (Центральный и Приволжский федеральные округа);

2) на 18–25 % возрос экспорт молока в страны ЕАЭС, Ближнего Востока и Китая, особенно в приграничных районах (Алтайский край, Калининградская область);

3) в Краснодарском крае и Татарстане за счет увеличения субсидий стало возможным полностью компенсировать потери от санкций.

Однако негативные последствия в виде дефицита высокотехнологичного оборудования, роста себестоимости и логистических услуг, запчастей и появления диспропорций между регионами требуют принятия дополнительных мер, направленных на развитие экспортных перспектив и формирование долгосрочной устойчивости развития молочного скотоводства территорий.

На основе полученных результатов и выводов можно предложить рекомендации, улучшающие позицию каждого региона в условиях продолжающихся санкционных мер (табл. 12).

Таким образом, проведенный анализ с использованием различных методов интегральной оценки подтверждает единый вектор движения молочного скотоводства России — от нестабильности и зависимости от импорта к

Таблица 12. Основные направления преодоления санкционных мер

| Тип региона | Ключевые проблемы | Рекомендации | Примеры успешных мер |
|---|---|---|--|
| Лидеры (индекс > 0,7) Татарстан, Краснодарский край, Башкортостан | Риски перенасыщения локального рынка; зависимость от экспортных логистических цепочек | 1. Диверсификация экспорта (страны Азии, Ближнего Востока) 2. Создание региональных брендов молочной продукции 3. Инвестиции в глубокую переработку молока | Татарстан: запуск кластера «От корма до сыра» с полным циклом производства; Краснодарский край: развитие экспорта в ОАЭ через новые логистические маршруты |
| Средний уровень (индекс 0,5–0,7) Воронежская, Ленинградская, Свердловская обл. | Дефицит местных кормовых ресурсов; устаревшая техника | 1. Субсидии на модернизацию ферм (до 50% стоимости оборудования) 2. Развитие кооперативов по заготовке кормов 3. Внедрение энергосберегающих технологий | Ленинградская обл.: программа «Ферма 4.0» с роботизированными доильными системами; Воронежская обл.: создание 10 кормовых кооперативов |
| Отстающие (индекс < 0,5) Магаданская обл., Чукотский АО, Якутия | Экстремальные климатические условия; высокие логистические издержки | 1. Развитие тепличных кормовых хозяйств 2. Спецпрограммы «Северный завоз» с господдержкой транспорта 3. Использование местных кормовых добавок (ягель, рыбная мука) | Якутия: эксперимент по выращиванию гидропонных кормов в условиях вечной мерзлоты; Магаданская обл.: льготные тарифы на авиадоставку ветеринарных препаратов |
| Составлено по: результаты исследования. | | | |

устойчивости и интенсивному росту. Несмотря на начальный спад, вызванный санкционными ограничениями 2014–2017 гг., в 2022–2024 гг. отрасль смогла адаптироваться за счёт импортозамещения, повышения рентабельности производства и роста продуктивности животных. Стабильный существенный рост инте-

гральных индексов развития с 2020 года указывает на формирование самостоятельной и эффективной модели, способной при участии и поддержке государства противостоять внешнему давлению и внести вклад в обеспечение внутренней продовольственной безопасности России.

Литература

- Беспашотный Г.В., Крыласов А.С. (2020). Адаптация молочного животноводства России в условиях импортозамещения и санкционного давления: региональный аспект // Экономика региона. Т. 16. № 3. С. 944–958.
- Голубев А.В., Савкин М.А. (2021). Влияние продовольственных контрсанкций на развитие молочного скотоводства // АПК: Экономика, управление. № 5. С. 41–52.
- Дробот Е.В. (2022). Оценка влияния санкций на технологическую модернизацию в молочном скотоводстве регионов Центрального федерального округа // Вестник аграрной науки. № 2 (95). С. 116–125.
- Кузнецова И.А., Нечаев В.И. (2019). Молочное скотоводство России в условиях санкционных ограничений: проблемы и новые возможности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. № 8. С. 13–19.
- Ленкин С.А., Оболенская Т.Н. (2021). Региональная дифференциация в развитии молочного скотоводства в постсанкционный период // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. Т. 17. № 8 (389). С. 1522–1538.
- Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. (2022). Молочное животноводство в российских регионах: изменение географии под влиянием внешних ограничений // Известия Российской академии наук. Серия географическая. № 1. С. 30–45.
- Петранева Г.И., Таранова Е.И. (2020). Продовольственная безопасность и санкции: инвестиции в молочный подкомплекс: монография / Министерство сельского хозяйства РФ. Москва: Росинформагротех. 187 с.
- Санкции и аграрная политика: направления трансформации молочного животноводства (2023): сборник научных трудов / под редакцией Р.Р. Гумерова. Санкт-Петербург: Проспект науки. 264 с.
- Тихончук О.Ю. (2022). Эффективность государственной поддержки молочного скотоводства в условиях санкций: анализ по регионам РФ // Международный сельскохозяйственный журнал. № 6 (390). С. 532–536.
- Шагайда Н.И. (2018). Аграрные санкции-контрсанкции и их последствия для рынка молока России // Вопросы экономики. № 5. С. 103–118.
- Balkytė A., Tvaronavičienė M. (2019). Sustainability of the EU dairy sector after the Russian embargo. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7(1), 462–476.
- Bojnec Š., Ferto I. (2017). Impact of the Russian embargo on the European Union meat and dairy sectors. *European Review of Agricultural Economics*, 44(5), 785–809.
- Ley A., Tochitskaya I. (2021). The impact of sanctions on the Belarusian economy: A focus on the agri-food sector. *BEROC Working Paper Series*, 75.
- Belyaeva M., Kharitonova M. (2022). Adaptation strategies of Belarusian dairy enterprises under sanctions pressure. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 9(3), 456–468.
- Kruk D., Shimanovich G. (2020). Belarusian agricultural exports in the context of regional integration and sanctions. *Eastern European Economics*, 58(4), 331–349.
- Karbasi A., Mohamadi E. (2020). Effects of economic sanctions on production and consumption of milk in Iran. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 51(2), 265–279.
- Pourkhanali A., Saleh A.S. (2021). Economic sanctions, exchange rate volatility, and food inflation: The case of Iran's dairy market. *International Review of Applied Economics*, 35(3-4), 456–475.
- Frank R. (2019). The impact of sanctions on North Korea's food security: A human security perspective. *Asian Journal of Peacebuilding*, 7(2), 287–307.

Сведения об авторах

Оксана Викторовна Тахумова — кандидат экономических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Российская Федерация, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13; e-mail: takhumova@yandex.ru)

Игорь Александрович Бурса — доктор экономических наук, доцент, профессор, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Российская Федерация, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13; e-mail: bursaia@mail.ru)

Takhumova O.V., Bursa I.A.

Problems of Sustainable Development of Dairy Cattle Farming in Russian Regions under Sanctions

Abstract. The aim of this study is to assess the differentiated impact of sanctions on the socio-economic development of dairy cattle farming, taking into account its adaptation mechanism at the regional level. A systematization of factors was carried out, identifying seven levels with critical threshold values, an adaptation strategy matrix, and a methodological framework based on factor analysis, verified using Rosstat panel data for 2019–2024 and expert assessments. Due to the varying scales of input parameters and the temporal dynamics of the processes under study, an integral assessment system was employed, utilizing three complementary methodologies. The linear convolution method revealed stable long-term industry development trends based on averaged values of normalized indicators. The geometric convolution method, more sensitive to sharp changes in the industry's structure and development rates, highlighted the specific impact of transformations in the political-economic sphere after 2020. The use of Harrington's desirability function made it possible to interpret the assessment results in terms of the industry's functional sustainability. The modeling results showed that, despite the economic, technological, and logistical shocks of sanctions, there is steady growth in key indicators, and by 2024, signs of systemic stability and economic maturity are emerging. Based on the developed methodology for assessing the sustainability of dairy cattle farming, a rating result is presented, incorporating economic, production, market, and socio-ecological components with justified weights. This approach accounted for regional industry specifics, ensured comparability of results across territories, and reflected the significance of each factor for assessing development sustainability. The results can be used as a decision-making tool in agricultural production and for developing regional support programs. Differentiated recommendations for overcoming the consequences of sanctions have been developed for regions with varying levels of dairy farming sustainability: leaders (index >0.7); average level ($0.5-0.7$); low level (≤ 0.5). The research is of interest not only to specialists in the agro-industrial complex but also to a wide audience concerned with the processes of the Russian economy's adaptation to external challenges.

Key words: dairy cattle farming, economic efficiency, sanctions, sustainability index, regional differentiation, modeling, forecast.

Information about the Authors

Oksana V. Takhumova — Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13, Kalinin Street, Krasnodar, 350044, Russian Federation; e-mail: takhumova@yandex.ru)

Igor A. Bursa — Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor, professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13, Kalinin Street, Krasnodar, 350044, Russian Federation; e-mail: bursaia@mail.ru)

Статья поступила 07.07.2025.