



Научная статья

УДК 330.1+332.1+338.432

doi: 10.55186/25876740_2025_68_3_322

ДИНАМИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Н.Д. Дмитриев¹, Д.Г. Родионов¹, Л.А. Агузарова²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

²Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова,
Владикавказ, Россия

Аннотация. Исследование посвящено анализу динамики сельскохозяйственного потенциала России в условиях интенсификации аграрного производства. Цель работы заключается в исследовании изменений сельскохозяйственного потенциала, выявлении латентных переменных, определяющих его трансформацию, и разработке интегрального индекса, отражающего уровень и тенденции развития агропромышленного комплекса (АПК) страны. Работа опирается на анализ официальной статистики (данные Росстата и Всемирного банка), характеризующий показатели АПК России за период с 2000 по 2023 гг. Среднегодовой прирост урожайности зерновых составил 3,2%, достигнув 3428,7 кг/га к 2023 году; одновременно потребление удобрений увеличилось с 11 кг/га до 25,3 кг/га. Сокращение доли сельского хозяйства в ВВП с 5,88% до 4,02% свидетельствует о структурных изменениях отрасли и её адаптации к макроэкономическим условиям. Методологической базой исследования являются регрессионное моделирование (включая Lasso и Ridge регрессии), факторный анализ, методы корреляционного анализа и построение интегральных индексов. В результате было выявлено, что основные факторы, оказывающие влияние на эффективность сельского хозяйства, включают площадь пахотных земель, площадь орошаемых земель, потребление удобрений и объем производства зерновых культур. Интегральный индекс сельскохозяйственного потенциала, рассчитанный на основе взвешенных показателей, увеличился с 0,31 до 0,67 за анализируемый период. С помощью факторного анализа были выделены латентные переменные, объясняющие более 94% вариативности данных: 1-й фактор связан с интенсивностью использования ресурсов; 2-й — с производственными возможностями; 3-й — с макроэкономическими условиями. Полученные результаты могут быть использованы для формирования политики повышения эффективности использования сельскохозяйственных ресурсов, разработки программ стимулирования производителей и определения траекторий развития аграрного сектора.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, факторный анализ, сельскохозяйственный потенциал, интенсивное производство, интегральный индекс, макроэкономические показатели, статистический анализ

Благодарности: Работы выполнены в рамках реализации проекта «Разработка методологии формирования инструментальной базы анализа и моделирования пространственного социально-экономического развития систем в условиях цифровизации с опорой на внутренние резервы» (FSEG-2023-0008).

Original article

DYNAMICS OF RUSSIA'S AGRICULTURAL POTENTIAL IN CONDITIONS OF INCREASED PRODUCTION INTENSITY: STATISTICAL ANALYSIS

N.D. Dmitriev¹, D.G. Rodionov¹, L.A. Aguzarova²

¹Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg, Russia

²North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov

Abstract. The study is dedicated to analyzing the dynamics of Russia's agricultural potential under the intensification of agricultural production. The aim of the study is to investigate changes in agricultural potential, identify latent variables determining its transformation, and develop a composite index reflecting the level and trends in the development of the country's agro-industrial complex (AIC). The research is based on the analysis of official statistics (data from Rosstat and the World Bank) characterizing the indicators of Russia's AIC from 2000 to 2023. The average annual growth rate of grain yield amounted to 3.2%, reaching 3,428.7 kg/ha by 2023, while fertilizer consumption increased from 11 kg/ha to 25.3 kg/ha. The share of agriculture in GDP decreased from 5.88% to 4.02%, indicating structural changes in the sector and adaptation to macroeconomic conditions. The methodological framework of the study includes regression modeling (including Lasso and Ridge regressions), factor analysis, statistical methods of correlation analysis, and the construction of composite indices. The results identified that the key factors influencing agricultural efficiency include the area of arable land, irrigated land area, fertilizer consumption, and the volume of grain production. The composite index of agricultural potential, calculated based on weighted indicators, increased from 0.31 to 0.67 over the analyzed period. Factor analysis highlighted latent variables explaining over 94% of data variability: the first factor reflects the impact of resource use intensity, the second characterizes production capabilities, and the third reflects macroeconomic conditions. The obtained results can be used to shape policies aimed at enhancing the efficiency of agricultural resource utilization, develop programs to stimulate producers, and outline development trajectories for the agricultural sector.

Keywords: agro-industrial complex, factor analysis, agricultural potential, intensive production, composite index, macroeconomic indicators, statistical analysis

Acknowledgments: The work was carried out as part of the project «Development of a methodology for the formation of an instrumental base for the analysis and modeling of spatial socio-economic development of systems in the context of digitalization based on internal reserves» (FSEG-2023-0008).

Введение. Сельское хозяйство России выступает значимой отраслью экономики, определяя продовольственную обеспеченность страны, развитие экспортного потенциала и устойчивость агропромышленного комплекса (АПК). Интенсификация аграрного производства становится приоритетным направлением, требующим количественной оценки ресурсов,

оптимизации их использования и повышения производительности. При этом наблюдаются изменения, связанные с трансформацией структуры сельскохозяйственного потенциала и адаптацией отрасли к макроэкономическим вызовам, включая ограниченность земельных и водных ресурсов, колебания спроса и нестабильность рыночных условий [1].

Оценка динамики сельскохозяйственного потенциала России требует системного подхода к анализу факторов, влияющих на его изменения. Индикаторы, такие как урожайность зерновых культур, объем производства сельскохозяйственной продукции, площадь пахотных и орошаемых земель, а также потребление удобрений, предоставляют количественную основу



для анализа тенденций развития отрасли. Использование методов статистического анализа позволяет определить основные закономерности в изменениях сельскохозяйственного потенциала, а также выявить детерминирующие факторы его трансформации [2].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки научно обоснованных подходов к анализу изменений сельскохозяйственного потенциала России. Изменения в интенсивности производства обуславливают необходимость применения аналитических методов для оценки ресурсного потенциала и выявления факторов, влияющих на динамику отрасли. Применение регрессионного моделирования и факторного анализа позволяет выделить латентные переменные, которые играют определяющую роль в трансформации потенциала.

Цель исследования состоит в анализе динамики сельскохозяйственного потенциала России, выявлении латентных переменных, влияющих на его изменения, и разработке интегрального индекса для оценки тенденций развития АПК.

Основные задачи исследования:

1. Проанализировать изменения ключевых показателей сельскохозяйственного потенциала России за период с 2000 по 2023 гг.

2. Разработать интегральный индекс для оценки уровня и динамики сельскохозяйственного потенциала.

3. Выявить латентные переменные, влияющие на трансформацию сельскохозяйственного потенциала, с использованием методов факторного анализа.

Научная новизна исследования выражается в разработке интегрального индекса, отражающего уровень сельскохозяйственного потенциала России и изменения интенсивности производства.

Объектом исследования выступают показатели, характеризующие сельскохозяйственный потенциал России. Предметом исследования являются количественные взаимосвязи между сельскохозяйственными и макроэкономическими показателями, определяющие уровень и динамику потенциала отрасли.

Практическая значимость работы определяется разработкой рекомендаций для повышения эффективности управления сельскохозяйственными ресурсами, адаптации отрасли к изменяющимся макроэкономическим условиям и реализации стратегий развития АПК.

Теоретический анализ. Анализ динамики сельскохозяйственного потенциала России в условиях интенсификации аграрного производства требует системного подхода, охватывающего теоретические и эмпирические аспекты, изучение структурных изменений в АПК, влияния ресурсных факторов и макроэкономических условий, а также разработку методов оценки и прогнозирования эффективности использования сельскохозяйственных ресурсов.

Блок 1: Методологические подходы к анализу ресурсного потенциала и его влияния на развитие АПК. Методологические подходы к оценке и использованию ресурсного потенциала АПК связаны с изучением его влияния на устойчивость отрасли и возможности повышения производительности. Диагностика ресурсного потенциала регионов акцентирует внимание на взаимосвязи между аграрными показателями и социально-экономическими

процессами развития [3]. Исследования в области энергетической безопасности и экологических факторов подчеркивают их значимость для устойчивости регионального АПК [4]. Важным направлением является анализ потенциала фермерских хозяйств семейного типа, способствующих укреплению малых сельскохозяйственных организаций и развитию сельских территорий [5].

Инновационные подходы в управлении сельскохозяйственным производством, в том числе использование технологий в условиях импортозамещения, способствуют совершенствованию методов управления производственными процессами [6]. Методы оптимизации и математического моделирования, как показано в исследованиях, обеспечивают эффективное управление аграрными процессами и анализ производственных параметров [7]. Экономико-математическое моделирование производственного потенциала агропромышленных формирований помогает обосновывать стратегические решения в управлении ресурсами [8]. Также прикладные методы управления ресурсами сельского хозяйства демонстрируют эффективность математического моделирования в прогнозировании и повышении устойчивости производства [9].

Статистические методы анализа аграрных показателей играют важную роль в выявлении закономерностей и определении приоритетных направлений для повышения эффективности [10]. Адаптация подходов к управлению интеллектуальным капиталом, изначально разработанных для промышленных предприятий, к аграрному сектору открывает возможности для повышения его ресурсного потенциала [11].

Использование междисциплинарных подходов, объединяющих экономический анализ, математическое моделирование и инновационные методы управления, обеспечивает возможность комплексного исследования ресурсного потенциала АПК и разработки решений для его эффективного использования.

Блок 2: Государственное регулирование и структурные изменения в АПК. Анализ динамики сельскохозяйственного потенциала России требует детального изучения роли государственного регулирования в трансформации АПК. Исследования акцентируют внимание на инструментах государственного управления аграрной экономикой, их влиянии на структурные преобразования отрасли и повышение её устойчивости [12]. Политика в области продовольственной безопасности рассматривается как основа для поддержания стабильности и адаптации АПК к внешним и внутренним вызовам [13].

Разработка концептуальных подходов к совершенствованию государственного управления АПК направлена на формирование условий для интенсификации производства и эффективного использования ресурсов [14]. Оценка современных проблем аграрного сектора подчёркивает необходимость модернизации и внедрения инновационных механизмов управления [15].

Продовольственная безопасность является приоритетной задачей, обусловленной задачами импортозамещения и повышения производительности сельского хозяйства. Исследования в этой области оценивают ключевые факторы, такие как доступность ресурсов, логистика и устойчивость продовольственного обеспечения [16]. Конкурентоспособность аграрного

сектора определяется совокупностью внутренних и внешних факторов, которые формируют адаптационный потенциал отрасли [17].

Интенсификация сельского хозяйства рассматривается как стратегическое направление, способствующее увеличению производительности за счёт внедрения передовых технологий и оптимизации использования земельных и материальных ресурсов [18]. Долгосрочные прогнозы развития аграрного сектора, базирующиеся на экономико-математическом моделировании, представляют аналитические инструменты для стратегического планирования, учитывающего изменения макроэкономических и отраслевых условий [19].

Таким образом, анализ государственного регулирования АПК и структурных преобразований позволяет сформировать подходы, направленные на устойчивое развитие аграрного сектора России, повышение его продуктивности и конкурентоспособности.

Блок 3: Методы анализа и прогнозирования динамики АПК. Изучение динамики сельскохозяйственного потенциала России требует системного подхода, включающего анализ производственных факторов и прогнозирование их влияния на эффективность аграрного сектора. Применение методов моделирования, таких как ретроспективный анализ и формирование прогнозных оценок, способствует рациональному использованию трудовых и материальных ресурсов, что является основой повышения объемов сельскохозяйственного производства [20].

Рассмотрение региональной экономической политики в аграрном секторе направлено на разработку стратегий поддержки сельскохозяйственных организаций. Важной частью анализа являются механизмы экономической политики, такие как механизация и автоматизация производственных процессов, а также совершенствование организационной структуры. Особое внимание уделяется мерам, связанным с импортозамещением, которые способствуют увеличению внутреннего производства и снижению зависимости от внешних поставок [21].

Внедрение технологий и оптимизация бизнес-процессов являются приоритетами индустриализации предпринимательских структур в аграрной сфере. Использование образовательных программ, финансовой поддержки и мер борьбы с недобросовестной конкуренцией обеспечивает устойчивый рост сельскохозяйственных организаций и их адаптацию к вызовам современного рынка [22].

Развитие АПК связано с совершенствованием стратегии национального хозяйства. Рекомендации, направленные на внедрение институциональных изменений, улучшение инвестиционного климата и использование информационных технологий, обеспечивают качественное обновление производственной и социальной инфраструктуры. Эти меры повышают эффективность функционирования аграрного сектора и стимулируют его долгосрочное развитие [2].

Интеграция ресурсов АПК в территориальное развитие имеет важное значение для повышения производительности и качества жизни сельского населения. Анализ направлений модернизации, включая технико-технологическое обновление и планирование хозяйственной деятельности, формирует основы устойчивого роста аграрного производства и социально-экономического прогресса сельских территорий [1].





Комплексный подход к анализу и прогнозированию динамики АПК предоставляет инструменты для повышения эффективности использования ресурсов и формирования устойчивых траекторий развития сельского хозяйства в условиях интенсификации производства.

Выводы теоретического анализа. Проведенный анализ динамики сельскохозяйственного потенциала России выявил значимость комплексного подхода при повышении интенсивности аграрного производства. Изучение методических подходов, государственного регулирования и методов анализа сельскохозяйственного потенциала позволило выделить ключевые факторы, которые легли в основу исследования.

1. Ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства. Среди характеристик этого потенциала определены площадь пахотных и орошаемых земель, объемы использования удобрений и уровень производства зерновых и других культур. Данные параметры формируют основу производственных возможностей АПК и отражают уровень его интенсивного развития.

2. Макроэкономические условия и государственная поддержка. Результаты анализа показывают, что экономическая политика, направленная на поддержку аграрного сектора, и макроэкономическая среда оказывают значительное влияние на эффективность использования ресурсов. Базовыми направлениями выступают меры по стимулированию импортозамещения, совершенствованию инновационной деятельности и поддержке фермерских хозяйств.

3. Социально-экономические показатели. Уровень занятости, доходов и качества жизни в сельских территориях непосредственно связан с состоянием АПК. Данные показатели оказывают двустороннее воздействие: с одной стороны, они зависят от эффективности отрасли, с другой — формируют условия для её устойчивого функционирования.

Данные три группы факторов отражают многоуровневую взаимосвязь между производственными, экономическими и социальными процессами, происходящими в сельском хозяйстве. Дальнейшее исследование сосредоточится на количественной оценке их влияния с помощью статистических методов и разработке интегрального индекса, характеризующего динамику сельскохозяйственного потенциала.

Методология исследования. Исследование направлено на изучение динамики сельскохозяйственного потенциала России при повышении интенсивности производства и базируется на систематическом применении статистических, эконометрических и аналитических методов. Данный подход предполагает структурированный анализ, включающий сбор данных, их обработку и использование методов факторного анализа, регрессионного моделирования и построения интегральных индексов.

1. Сбор и обработка данных. Исходные данные для исследования были получены из официальных статистических источников, включая Росстат и Всемирный банк, за период 2000–2023 гг. Основными исследуемыми показателями стали:

- площадь пахотных земель (в % от общей площади);
- площадь орошаемых земель (в % от посевных площадей);

- потребление удобрений (кг на гектар);
- урожайность зерновых (кг на гектар);
- объем производства зерновых (тонны);
- объем производства мяса (тонны);
- доля сельского хозяйства в ВВП (в %);
- темпы роста ВВП (в %).

Проведена обработка пропусков данных путем замены медианными значениями. Нормализация показателей выполнена по методу Min-Max:

$$X_{\text{норм}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

где $X_{\text{норм}}$ — нормализованное значение; X — исходное значение, X_{\min} и X_{\max} — минимальное и максимальное значения.

2. Построение корреляционной матрицы.

Для анализа взаимосвязей между показателями применен метод корреляционного анализа. Коэффициенты корреляции вычислены с использованием метода Пирсона:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)(X_{jk} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)^2 \sum_{k=1}^n (X_{jk} - \bar{X}_j)^2}}, \quad (2)$$

где r_{ij} — коэффициент корреляции между i -м и j -м показателями; X_{ik} — значение i -го показателя для k -го наблюдения; \bar{X}_i — среднее значение i -го показателя. Для анализа ранговых данных использовался коэффициент корреляции Спирмена.

3. Расчет интегрального индекса. Интегральный индекс сельскохозяйственного потенциала рассчитан на основе взвешенных значений нормализованных показателей. Веса определены с использованием коэффициентов корреляции с урожайностью зерновых:

$$I = \sum_{i=1}^m w_i \cdot X_{\text{норм},i}, \quad (3)$$

где I — интегральный индекс; w_i — вес i -го показателя; $X_{\text{норм},i}$ — нормализованное значение i -го показателя; m — число показателей.

4. Факторный анализ. Факторный анализ применен для выявления латентных переменных, характеризующих структуру взаимосвязей между показателями. Распределение дисперсии по факторам вычислено на основе собственных значений корреляционной матрицы:

$$\text{Доля дисперсии}_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^m \lambda_j}, \quad (4)$$

где λ_i — собственное значение i -го фактора. Для интерпретации факторов использован метод варимакс-ротации. Отбор факторов произведен на основании критерия Кайзера ($\lambda > 1$).

5. Регрессионное моделирование. Взаимосвязь между выделенными факторами и интегральным индексом исследована с помощью линейных регрессионных моделей, включая Lasso и Ridge регрессии. Функция потерь Ridge регрессии выражается следующим образом:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 + \alpha \sum_{j=1}^m \beta_j^2, \quad (5)$$

где $L(\beta)$ — функция потерь; y_i — фактические значения; \hat{y}_i — предсказанные значения; β_j — коэффициенты регрессии; α — параметр регуляризации.

Для устранения мультиколлинеарности и отбора наиболее значимых переменных использована Lasso регрессия, минимизирующая абсолютную сумму коэффициентов:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 + \lambda \sum_{j=1}^m |\beta_j|, \quad (6)$$

где λ — коэффициент регуляризации.

6. Статистическая проверка моделей. Качество моделей проверено с использованием следующих критерий:

- среднеквадратическая ошибка (MSE);
- коэффициент детерминации (R^2);
- тест Шапиро-Уилка для проверки нормальности остатков;
- тест Брайша-Пагана на гетероскедастичность.

Обоснование выбранных методов. Примененные методы статистического анализа и факторного моделирования обеспечивают структурированный подход к изучению динамики сельскохозяйственного потенциала России. Факторный анализ выявляет латентные переменные, объясняющие значительную часть вариативности данных, что позволяет уточнить ключевые детерминанты изменений. Регрессионные модели с использованием регуляризации минимизируют переобучение и обеспечивают точную оценку влияния факторов на целевые показатели, включая урожайность зерновых, потребление удобрений и площадь пахотных земель. Проверка гипотез с помощью статистических тестов гарантирует надежность результатов. Такой подход формирует аналитическую основу для оценки взаимосвязей и разработки стратегий повышения эффективности АПК.

Результаты и обсуждение исследования. Динамика сельскохозяйственного потенциала России в условиях повышения интенсивности аграрного производства проанализирована с использованием разработанного интегрального индекса и статистических методов. Основные результаты включают оценку латентных факторов, влияющих на изменения сельскохозяйственного потенциала, и выявление значимых корреляционных взаимосвязей между аграрными и макроэкономическими параметрами.

Блок 1: Динамика сельскохозяйственного потенциала. В рамках исследования был разработан интегральный индекс, отражающий динамику сельскохозяйственного потенциала России за период с 2000 по 2023 годы. Методология расчета индекса основывалась на нормализации исходных данных и вычислении взвешенного суммарного значения на основе корреляционных весов показателей.

Для расчета индекса использовались следующие показатели: урожайность зерновых, доля сельского хозяйства в ВВП, потребление удобрений, площадь пахотных и орошаемых земель, объемы производства зерновых и мяса. Нормализация: значения всех показателей были приведены к диапазону [0; 1] с использованием метода Min-Max нормализации. Далее на основе коэффициентов корреляции Спирмена между каждым показателем и целевой переменной (урожайностью зерновых) были установлены ранговые значения. Непосредственно интегральный индекс рассчитывался как сумма произведений нормализованных значений показателей на их веса.



На рисунке 1 представлена динамика интегрального индекса, а также нормализованные значения ключевых факторов: урожайность зерновых, потребление удобрений и объемы производства зерновых.

Индекс демонстрирует три отчетливо выраженные стадии развития:

1. Стагнация (2000-2005 гг.) — характеризуется низкими показателями производительности сельского хозяйства, минимальным потреблением удобрений (11 кг/га) и отсутствием роста урожайности зерновых (в среднем 1561 кг/га).

2. Переходный период (2006-2010 гг.) — наблюдается стабилизация показателей, что связано с постепенным внедрением агротехнологий.

3. Рост и модернизация (2011-2023 гг.) — значительный рост индекса с 0,35 до 0,67, обусловленный увеличением потребления удобрений до 25,3 кг/га и повышением урожайности зерновых до 3428,7 кг/га.

Динамика интегрального индекса коррелирует с основными социально-экономическими событиями, такими как экономический кризис 2008 года, введение санкций в 2014 г., что обусловило переход к политике импортозамещения и внедрение новых технологий в сельском хозяйстве (рост в 2011-2020 гг.). В 2023 г. наблюдается спад, связанный с внешними экономическими и производственными факторами.

Статистическая интерпретация:

- Корреляционные веса. Наибольшее влияние на индекс оказали потребление удобрений (вес 0,35), урожайность зерновых (0,30) и площадь пахотных земель (0,20).
- Разброс данных. Стандартное отклонение индекса за весь период составило 0,12, что свидетельствует о постепенном росте без значительных скачков.
- Циклические колебания. Периоды кризисов привели к временным спадам индекса, связанным с макроэкономическими трудностями.

Блок 2: Ключевые показатели сельского хозяйства. На рис. 2 представлены временные

ряды ключевых показателей сельскохозяйственного потенциала России за период 2000-2023 гг. Данные показатели претерпели значительные изменения, отражающие процессы интенсификации агропроизводства. Доля сельского хозяйства в структуре ВВП сократилась с 5,88% до 4,02%, что свидетельствует о трансформации экономической структуры страны. Одновременно наблюдается сокращение занятости в сельском хозяйстве с 14,49% до 8,23%, обусловленное ростом механизации и увеличением производительности труда.

Рост интенсивности производства подтверждается увеличением потребления удобрений с 11 кг/га до 25,33 кг/га и ростом урожайности зерновых с 1561 кг/га до 3428,7 кг/га. Производство зерновых и мяса увеличилось на 116,4% и 52,8% соответственно, что отражает внедрение современных агротехнологий и развитие производственного потенциала. В то же время стабильность доли пахотных земель (7,42-7,59%) подчёркивает необходимость дальнейшей оптимизации их использования, тогда как сокращение орошаемых земель с 2,1% до 1,97% поднимает вопросы модернизации ирригационных систем. Динамика экспорта сельскохозяйственной продукции остаётся неоднородной, отражая как макроэкономические, так и внешнезакономические факторы, а стабильность импорта указывает на прогресс в снижении зависимости от внешних поставок.

Такие изменения свидетельствуют о росте эффективности сельскохозяйственного производства и усилиях в направлении перехода к интенсивным методам использования аграрных ресурсов, что формирует базу для разработки стратегий повышения устойчивости АПК.

Блок 3: Результаты факторного анализа и регрессионного моделирования. Факторный анализ показал, что данные можно описать тремя латентными факторами, которые объясняют 94,69% общей вариативности показателей, подтверждая их высокую объяснительную силу. Латентные факторы (F1, F2, F3) представлены в табл. 1.

На основе тепловой карты нагрузок (рис. 3) можно сделать выводы:

- Производственные факторы (F1) имеют сильные положительные связи с показателями, отражающими интенсивность сельскохозяйственного производства.
- Структурные факторы (F2) связаны с долгосрочными трендами, такими как уменьшение доли сельского хозяйства в экономике.
- Экономические условия (F3) демонстрируют слабую, но систематическую коррекцию влияния климатических и инфраструктурных изменений.

Регрессионное моделирование на основе выделенных факторов показало высокую точность прогнозов и значимость моделей: $R^2=0,947$, скорректированный $R^2=0,939$.

- Коэффициенты регрессии: F1 $\beta=0,1295$, $p<0,001$; F2 $\beta=-0,0378$, $p<0,001$; F3 $\beta=-0,0279$, $p<0,001$.
- Тесты на значимость модели подтверждают ее статистическую обоснованность: F-статистика: 118,8, $p<0,001$. Тесты на нормальность остатков (Шапиро-Уилка, $p=0,672$) и гетероскедастичность (Брайша-Пагана, $p=0,578$) подтвердили корректность предположений модели.

Lasso и Ridge регрессии использовались для уточнения значимости переменных (Регуляризация моделей).

- Ridge-регрессия: $R^2=0,955$, среднеквадратическая ошибка (MSE) = 0,0003. Коэффициенты стабильно распределены между признаками.
- Lasso-регрессия: $R^2=0,376$, MSE = 0,0048. Обнуление малозначимых коэффициентов указывает на их низкий вклад в объяснение дисперсии.

Дополнительные статистические тесты:

- КМО тест = 0,7184 — подтверждает адекватность факторного анализа.
- Тест Бартлетта $\chi^2=180,31$, $p<0,001$ подтверждает взаимосвязанность данных.
- VIF (коэффициенты инфляции дисперсии): для всех факторов $<1,1$, что исключает мультиколлинеарность.

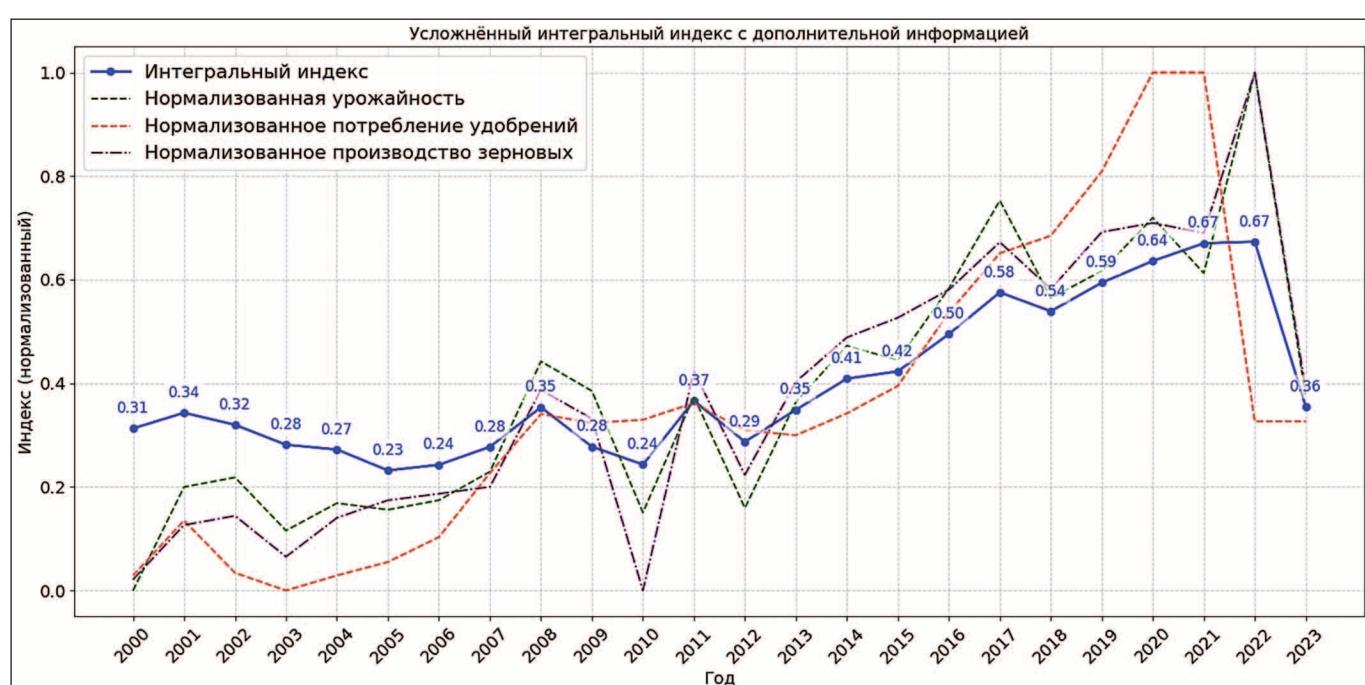


Рисунок 1. Динамика интегрального индекса сельскохозяйственного потенциала России с дополнительной нормализованной информацией (2000–2023 гг.)
Figure 1. Dynamics of the Integrated Index of Agricultural Potential in Russia with Additional Normalized Information (2000–2023)



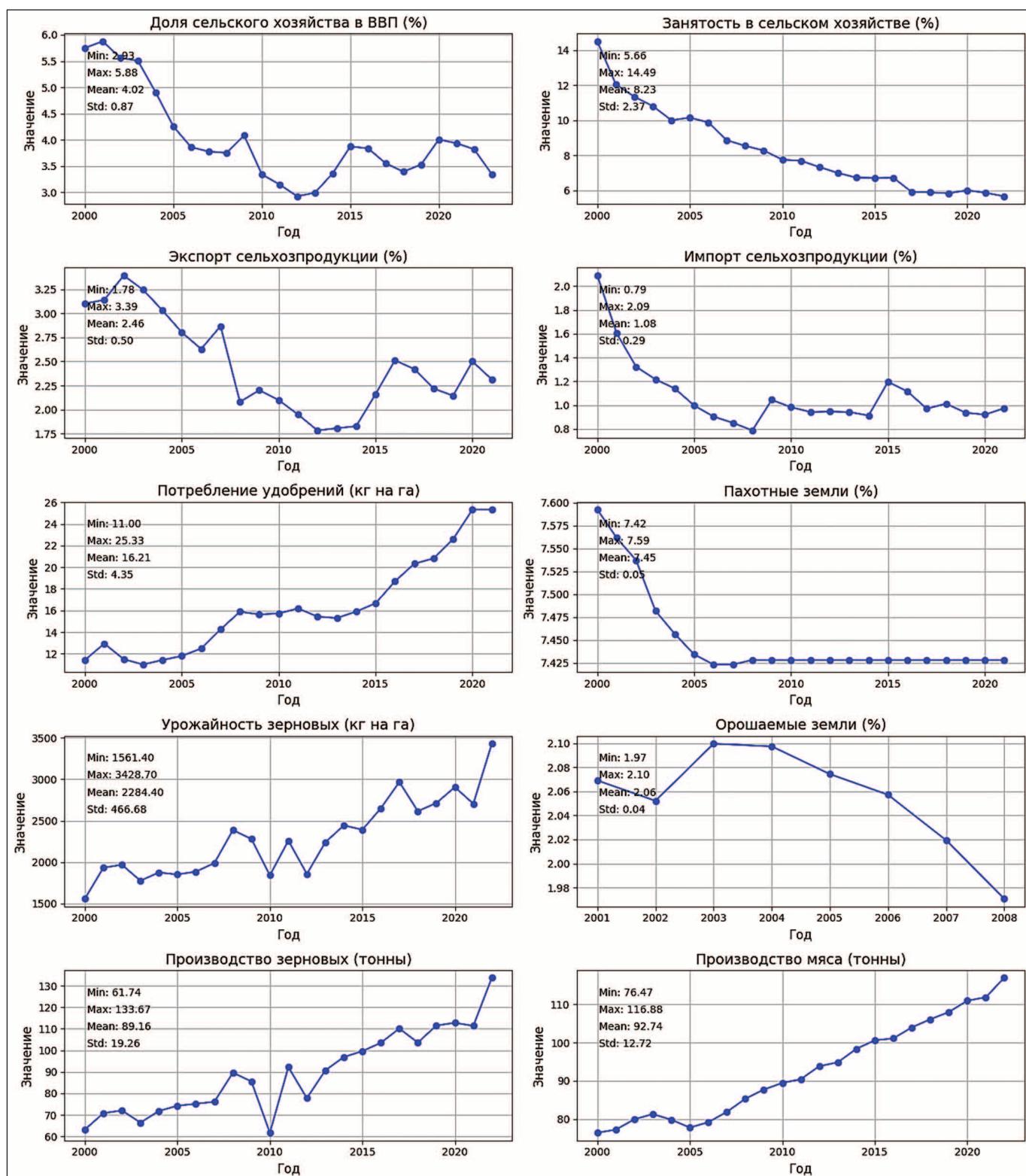


Рисунок 2. Динамика ключевых показателей сельскохозяйственного потенциала России (2000–2023 гг.)
Figure 2. Dynamics of Key Indicators of Russia's Agricultural Potential (2000–2023)

Таблица 1. Характеристика выделенных факторов и их нагрузок на показатели
Table 1. Characteristics of identified factors and their loadings on indicators

Фактор	Доля объясняющей дисперсии (%)	Основные нагрузки	Интерпретация
Интенсивность использования ресурсов (F 1)	48,21	- Производство мяса (0,2927) - Производство зерновых (0,2503) - Урожайность зерновых (0,2329) - Потребление удобрений (0,2300)	Отражает технологические и ресурсные аспекты, влияющие на рост производительности сельского хозяйства.
Производственные возможности (F 2)	29,14	- Доля сельского хозяйства в ВВП (-0,2314) - Пахотные земли (-0,1722)	Демонстрирует структурные изменения в экономике, включая снижение доли сельского хозяйства.
Макроэкономические условия (F 3)	17,34	- Орошаемые земли (-0,0904) - Темпы роста ВВП (-0,0209)	Показывает влияние макроэкономических процессов и политики на сельское хозяйство.

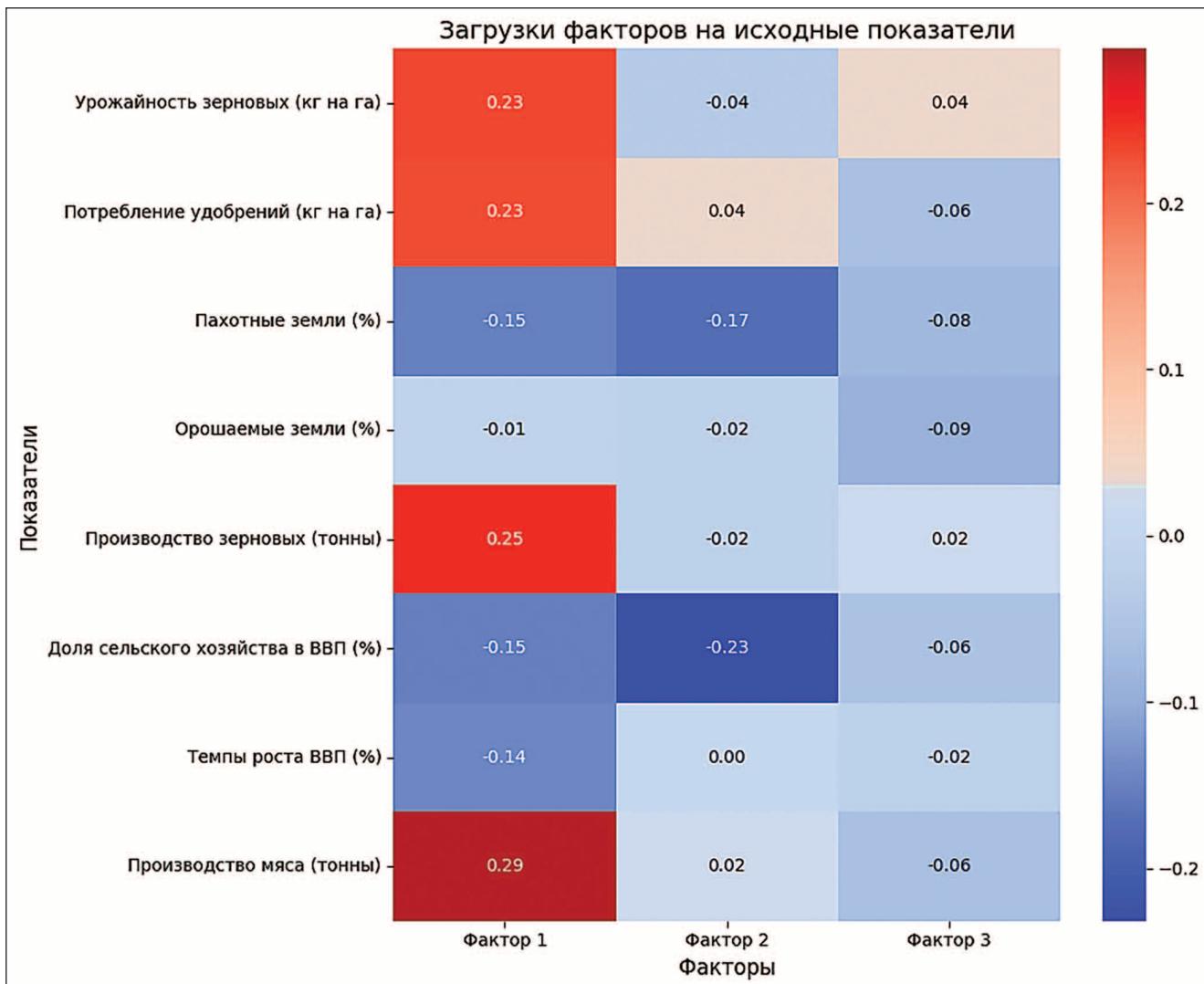


Рисунок 3. Загрузки факторов на исходные показатели

Figure 3. Factor Loadings on Initial Indicators

Результаты анализа подтверждают, что выделенные латентные факторы являются надежными детерминантами динамики сельскохозяйственного потенциала. Их использование в моделях анализа дает возможность количественно оценить изменения в АПК и обосновать стратегические решения для повышения эффективности управления ресурсами.

Выводы. Исследование, посвященное динамике сельскохозяйственного потенциала России в условиях повышения интенсивности аграрного производства, привело к следующим основным выводам:

1. Анализ, основанный на разработанном интегральном индексе сельскохозяйственного потенциала, показал высокую информативность такого подхода для оценки изменений в АПК. Индекс, рассчитанный на основе нормализованных показателей и корреляционных весов, позволил выделить три этапа развития: стагнацию (2000-2005 гг.), переходный период (2006-2010 гг.) и этап модернизации (2011-2023 гг.). Наибольший вклад в динамику индекса внесли такие параметры, как урожайность зерновых, потребление удобрений и площадь пахотных земель.

2. Факторный анализ выявил три латентных переменных, объясняющих 94,69% общей вариативности данных. Первый фактор интерпретируется как интенсивность использования

ресурсов, связанная с производственными возможностями сельскохозяйственного сектора. Второй фактор отражает структурные изменения, демонстрируя снижение доли сельского хозяйства в ВВП и значимость производственной эффективности. Третий фактор указывает на влияние макроэкономических процессов, включая темпы экономического роста и доступность инфраструктуры.

3. Регрессионное моделирование подтвердило статистическую значимость влияния выделенных факторов на динамику интегрального индекса. Ridge-регрессия обеспечила высокую точность прогнозов ($R^2=0,955$), тогда как Lasso-регрессия выделила значимые переменные. Проверка гипотез, включающая тесты Шапиро-Уилка и Брайша-Пагана, подтвердила корректность предположений и надежность модели.

4. Временные ряды показателей сельскохозяйственного потенциала России за период 2000-2023 гг. продемонстрировали значительный рост производственных показателей, включая увеличение урожайности зерновых на 119,6% и объемов производства зерновых на 116,4%. Одновременно произошло сокращение доли сельского хозяйства в ВВП, что свидетельствует о продолжающейся трансформации экономической структуры и её адаптации к новым условиям

Исследование формирует аналитическую основу для принятия решений, направленных на интенсификацию сельскохозяйственного производства, повышение устойчивости АПК и адаптацию к внешнеэкономическим вызовам. Полученные результаты подтвердили необходимость комплексного подхода к оценке сельскохозяйственного потенциала, включающего применение статистических методов. Такой подход обеспечивает возможность объективной оценки изменений, прогнозирования тенденций и разработки стратегий повышения эффективности использования ресурсов.

Список источников

1. Развитие АПК и сельских территорий: проблемы и перспективы. Под ред. А.О. Храмченковой. М.: Первое издательство, 2022. 268 с.
2. Формирование новой стратегии России: от экономической устойчивости к опережающему развитию. Под ред. В.В. Сорокожердьева. М.: Научно-исследовательский институт истории, экономики и права, 2024. 266 с.
3. Zaytsev A., Dmitriev N., Kichigin O. Diagnostics of Regions Resource Potential in the Context of Socio-Economic Development // International Journal of Professional Business Review. 2023. № 8. Vol. 10. P. e03160.
4. Zaytsev A., Dmitriev N., Barykin S. Resource Potential of Socio-Economic Development in the Regional Sustainability Context: the Role of Energy Security and Environment // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1275. P. 012041.





5. Башмачников В.Ф. Фермерство семейного типа: потенциал, практика развития. М.: Брейн, 2022. 470 с.
6. Родионов Д.Г., Еремина И.А., Александрович Ю.А. Особенности применения инновационных технологий продвижения продукции в условиях импортозамещения // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 6(50). С. 400-406.
7. Berishvili O., Rudneva T., Pecherskaya E., Karaseva E. Pedagogical Tools and Economic and Mathematical Methods in Agricultural Production Management. In: Mantulenko V. (ed.) Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Vol. 57. 2019. P. 166-176.
8. Ainakulov Z., Akhmetov K., Ospanov S., Kurmankulova G., Tengaeva A., Schüle H., Kurmanbek T. Economic and Mathematical Modelling of Estimating the Use of Basic Production Resources of Agricultural Formations // AIP Conf. Proc. 2024. Vol. 3033(1). P. 020022.
9. Msangi S., MacEwan D. Applied Methods for Agriculture and Natural Resource Management: A Festschrift in Honor of Richard E. Howitt. Cham: Springer, 2019.
10. Попова В.Б., Смагин Б.И. Экономико-статистическое исследование эффективности аграрного производства. Мицуринск: МиЧГАУ, 2010. 166 с.
11. Дмитриев Н.Д. Развитие рентных подходов к управлению интеллектуальным капиталом на промышленных предприятиях. Санкт-Петербург: СПбПУ, 2023. 450 с.
12. Сидоренко В.В., Макаревич О.А. Государственное регулирование аграрной экономики России. Краснодар: Мир Кубани, 2017. 399 с.
13. Сидоренко В.В. Аграрная политика и продовольственная безопасность России. Краснодар: Мир Кубани, 2017. 357 с.
14. Мельников А., Сидоренко В., Михайлушкин П., Макаревич О. Формирование концепции системы государственного регулирования АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С. 37-40.
15. Трубилин А., Сидоренко В., Михайлушкин П., Баталов Д. Современные проблемы аграрных преобразований в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 1. С. 26-30.
16. Сидоренко В., Михайлушкин П., Баталов Д. Состояние и перспективы обеспечения продовольственной безопасности импортозамещения в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 4. С. 38-41.
17. Трубилин А., Сидоренко В., Михайлушкин П. Конкурентоспособность аграрного сектора экономики // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 5. С. 4-8.
18. Сидоренко В.В., Трубилин А.И., Мельников А.Б., Михайлушкин П.В. Интенсификация — основа развития сельской экономики России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1. С. 14-19.
19. Ушачёв И.Г., Харина М.В., Чекалин В.С. Долгосрочный прогноз развития сельского хозяйства России на базе экономико-математической модели // Проблемы прогнозирования. 2022. № 3. С. 64-77.
20. Потапов А.П. Моделирование влияния ресурсных факторов на выпуск продукции аграрного производства // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. № 4. С. 154-168.
21. Полянин А.В., Родионов Д.Г. Методологические аспекты региональной экономической политики на основе ориентации предпринимательских структур // Региональная и отраслевая экономика. 2024. № 1. С. 67-73.
22. Полянин А.В., Родионов Д.Г. Индустриализация предпринимательских структур в рамках региональной экономической политики // Индустриальная экономика. 2023. № 5. С. 91-96.
- References**
1. *Razvitiye APK i selskikh territoriy: problemy i perspektivy* [Development of the Agro-Industrial Complex and Rural Areas: Problems and Prospects], Edited by A.O. Khramchenkova, Moscow, Pervoe izdanie, 2022. 268 p.
 2. *Formirovaniye novoy strategii Rossii: ot ekonomicheskoy ustoychivosti k operezhayushchemu razvitiyu* [Formation of a New Strategy for Russia: From Economic Stability to Accelerated Development], Edited by V.V. Sorokozherdyev, Moscow, Nauchnyy issledovatel'skiy institut istorii, ekonomiki i prava, 2024. Vol. 3033(1). P. 020022.
 3. Zaytsev, A., Dmitriev, N., & Kichigin, O. (2023). Diagnostics of Regions Resource Potential in the Context of Socio-Economic Development. International Journal of Professional Business Review, no. 8(10), e03160.
 4. Zaytsev, A., Dmitriev, N., & Barykin, S. (2023). Resource Potential of Socio-Economic Development in the Regional Sustainability Context: The Role of Energy Security and Environment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1275, p. 012041.
 5. Bashmachnikov V.F. (Ed.). (2022). *Fermerstvo semeynogo tipa: potentsial, praktika razvitiya* [Family-Type Farming: Potential, Development Practices], Moscow, Breyn, 470 p.
 6. Rodionov D.G., Eremina I.A., & Aleksandrovich Yu.A. (2023). *Osobennosti primeneniya innovatsionnykh tekhnologiy prodvizheniya produktii v usloviyah importozameshcheniya* [Features of Applying Innovative Promotion Technologies Under Import Substitution Conditions]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya*, no. 6(50), pp. 400-406.
 7. Berishvili O., Rudneva T., Pecherskaya E., & Karaseva E. (2019). Pedagogical Tools and Economic and Mathematical Methods in Agricultural Production Management. In: Mantulenko, V. (Ed.). *Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development*. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, vol. 57, pp. 166-176.
 8. Ainakulov Z., Akhmetov K., Ospanov S., Kurmankulova G., Tengaeva A., Schüle H., & Kurmanbek T. (2024). Economic and Mathematical Modelling of Estimating the Use of Basic Production Resources of Agricultural Formations. *AIP Conference Proceedings*, vol. 3033(1), p. 020022.
 9. Msangi S., & MacEwan D. (Eds.). (2019). *Applied Methods for Agriculture and Natural Resource Management: A Festschrift in Honor of Richard E. Howitt*. Cham: Springer.
 10. Popova V.B., Smagin B.I. (2010). *Ekonomico-statisticheskoe issledovaniye effektivnosti agrarnogo proizvodstva* [Economic and Statistical Study of Agricultural Production Efficiency], Michurinsk, MichGAU, 166 p.
 11. Dmitriev N.D. (2023). *Razvitiye rentnykh podkhodov k upravleniyu intellektual'nym kapitalom na promyshlennyykh predpriyatiyakh* [Development of Rent-Based Approaches to Managing Intellectual Capital in Industrial Enterprises], St. Petersburg, SPbPU, 450 p.
 12. Sidorenko V.V., & Makarevich O.A. (2017). *Gosudarstvennoe regulirovaniye agrarnoy ekonomiki Rossii* [State Regulation of Russia's Agricultural Economy], Krasnodar, Mir Kubani, 399 p.
 13. Sidorenko V.V. (2017). *Agrarnaya politika i prodrovostvennaya bezopasnost' Rossii* [Agricultural Policy and Food Security of Russia], Krasnodar, Mir Kubani, 357 p.
 14. Melnikov A., Sidorenko V., Mikhaylushkin P., & Makarevich O. (2017). *Formirovaniye kontsepsiya sistemy gosudarstvennogo regulirovaniya APK* [Forming the Concept of the System of State Regulation of the Agro-Industrial Complex], *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*, no. 4, pp. 37-40.
 15. Trubilin A., Sidorenko V., Mikhaylushkin P., & Batalov D. (2017). *Sovremennye problemy agrarnykh preobrazovaniy v Rossii* [Modern Problems of Agrarian Transformations in Russia], *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*, no. 1, pp. 26-30.
 16. Sidorenko V., Mikhaylushkin P., & Batalov D. (2016). *Sostoyanie i perspektivi obespecheniya prodrovostvennoy bezopasnosti importozameshcheniya v Rossii* [State and Prospects of Ensuring Food Security and Import Substitution in Russia]. *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*, no. 4, pp. 38-41.
 17. Trubilin A., Sidorenko V., & Mikhaylushkin P. (2016). *Konkurenatosposobnost' agrarnogo sektora ekonomiki* [Competitiveness of the Agrarian Sector of the Economy]. *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*, no. 5, pp. 4-8.
 18. Sidorenko V.V., Trubilin A.I., Melnikov A.B., & Mikhaylushkin P.V. (2018). *Intensifikatsiya — osnova razvitiya selskoy ekonomiki Rossii* [Intensification as a Basis for the Development of Russia's Rural Economy]. *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*, no. 1, pp. 14-19.
 19. Ushachyov I.G., Kharina M.V., & Chekalina V.S. (2022). *Dolgozrochnyy prognos razvitiya selskogo khozyaystva Rossii na baze ekonomiko-matematicheskoy modeli* [Long-Term Forecast for the Development of Russian Agriculture Based on an Economic-Mathematical Model]. *Problemy prognozirovaniya*, no. 3, pp. 64-77.
 20. Potapov A.P. (2020). *Modelirovaniye vliyaniya resursnykh faktorov na vypusk produktii agrarnogo proizvodstva* [Modeling the Influence of Resource Factors on Agricultural Production Output]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz*, no. 4, pp. 154-168.
 21. Polyanin A.V., & Rodionov D.G. (2024). *Metodologicheskie aspekty regional'noy ekonomicheskoy politiki na osnove orientatsii predprinimatel'skih struktur* [Methodological Aspects of Regional Economic Policy Based on the Orientation of Entrepreneurial Structures]. *Regional'naya i otrraslevaya ekonomika*, no. 1, pp. 67-73.
 22. Polyanin A.V., & Rodionov D.G. (2023). *Industrializatsiya predprinimatel'skih struktur v ramkakh regional'noy ekonomicheskoy politiki* [Industrialization of Entrepreneurial Structures Within the Framework of Regional Economic Policy]. *Industrial'naya ekonomika*, no. 5, pp. 91-96.

Информация об авторах:

Дмитриев Николай Дмитриевич, кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0282-1163>, dmitriev_nd@spbstu.ru

Родионов Дмитрий Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, директор Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1254-0464>, drodionov@spbstu.ru

Агузарова Лариса Асланбековна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансов, бухгалтерского учета и налогообложения, Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, ORCID: <http://orcid.org/000-0002-2607-3932>, aguzarova.larisa@ya.ru

Information about the authors:

Nikolay D. Dmitriev, candidate of economic sciences, associate professor at the graduate school of industrial economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0282-1163>, dmitriev_nd@spbstu.ru

Dmitry G. Rodionov, doctor of economic sciences, professor, director at the graduate school of industrial economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1254-0464>, drodionov@spbstu.ru

Larisa A. Aguzarova, doctor of economics, professor, professor of the department of finance, accounting and taxation, North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, ORCID: <http://orcid.org/000-0002-2607-3932>, aguzarova.larisa@ya.ru

dmitriev_nd@spbstu.ru