

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-4-13>

УДК 338.432

JEL Q10

Т. В. Юрченко^{a)}  , В. Н. Суровцев^{b)} ^{a)} Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация^{b)} Институт аграрной экономики и развития сельских территорий Санкт-Петербургского федерального исследовательского центра РАН, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Российская Федерация

Региональные различия роли молочного животноводства в сельском хозяйстве субъектов Нечерноземной зоны России¹

Аннотация. Молочное животноводство оказывает существенное влияние на характер аграрного производства, эффективность эксплуатации сельскохозяйственных угодий. Цель исследования – выявить особенности и определить значимость влияния молочного животноводства на темпы роста объемов производства сельскохозяйственной продукции и изменение посевных площадей в регионах Нечерноземья России. В качестве методов исследования выбраны эконометрический метод анализа панельных данных, методы пространственной автокорреляции Морана и статистической группировки. В исследовании проанализированы данные Росстата, характеризующие развитие сельского хозяйства и молочного животноводства 29 регионов Нечерноземной зоны России, за период с 1991 по 2021 г. Регионы были сгруппированы с применением метода пространственной автокорреляции Морана в три группы: «север», «центр» и «юг». Установлена существенная дифференциация влияния молочного животноводства на валовый выпуск сельскохозяйственной отрасли. В разные периоды с 1991 по 2021 г. вклад молочного животноводства в валовой продукт сельского хозяйства различался, положительное влияние выявлено в период после 2012 г. В регионах «севера» и «центра» Нечерноземья молочное животноводство является важным фактором, причем чем севернее находится регион, тем сильнее проявляется зависимость. В среднем на «севере» эластичность валового выпуска от выпуска продукции животноводства составляет 0,707, в регионах «центра» эластичность ниже – 0,583 и на «юге» еще ниже – 0,482. Регионы «юга» более пригодны для развития мясного скотоводства, растениеводства, и влияние производства молока здесь статистически не прослеживается. поголовье коров остается существенным фактором молочного производства для северных и центральных регионов, оказывает влияние на интенсивность использования пашни, размер посевных площадей.

Ключевые слова: аграрное производство, Нечерноземная зона России, молочное животноводство, посевные площади, территориальная дифференциация, регрессионная модель, панельные данные

Благодарность: Исследование проведено в рамках выполнения Государственного задания по бюджетной теме № FFZF-2022-0018.

Для цитирования: Юрченко, Т. В., Суровцев, В. Н. (2024). Региональные различия роли молочного животноводства в сельском хозяйстве субъектов Нечерноземной зоны России. *Экономика региона*, 20(4), 1175-1189. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-4-13>

¹ © Юрченко Т. В., Суровцев В. Н. Текст. 2024.

RESEARCH ARTICLE

Tatiana V. Yurchenko^{a)}  , Vladimir N. Surovtsev^{b)} ^{a)} Saint-Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, Russian Federation^{b)} Institute of Agricultural Economics and Rural Development of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

Regional Variations in the Role of Dairy Farming in Agriculture of Russia's Non-Black Earth Zone

Abstract. Dairy farming plays a pivotal role in agricultural production as it helps optimize the use of farmland. This study aims to evaluate the impact of dairy farming on the growth of agricultural output and changes in cultivated land areas in Russia's Non-Black Earth Zone. Methodologically, the research relies on econometric analysis of panel data, Moran's spatial autocorrelation methods, and statistical grouping techniques. The study employs a dataset from the Russian State Statistics Service, covering agricultural and dairy farming trends in 29 regions of the Non-Black Earth Zone from 1991 to 2021. Using Moran's spatial autocorrelation, regions were grouped into three categories: "northern," "central," and "southern." The findings reveal significant regional variations in the influence of dairy farming on agricultural output. The contribution of dairy farming to the agricultural gross product varied over time, with notable positive impacts observed in the period after 2012. In the northern and central regions, dairy farming is a major factor, with its importance increasing the further north the region is located. On average, the elasticity of gross agricultural output with respect to dairy production is 0.707 in the northern, 0.583 in the central, and 0.482 in the southern regions. The latter, being more suited to beef cattle farming and crop production, show no statistically significant impact from dairy farming. The number of cows remains a crucial factor for dairy production in the northern and central regions, influencing both the intensity of arable land use and the size of cultivated areas.

Keywords: agricultural production, Non-Black Earth Zone of Russia, dairy farming, cultivated areas, regional differentiation, regression model, panel data.

Acknowledgements: This research was conducted under State Assignment No. FFZF-2022-0018.

For citation: Yurchenko, T.V., & Surovtsev, V.N. (2024). Regional Variations in the Role of Dairy Farming in Agriculture of Russia's Non-Black Earth Zone. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 20(4), 1175-1189. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-4-13>

Введение

Проблемы развития молочного животноводства, повышения его роли в производстве аграрной продукции активно изучаются учеными-экономистами в России и за рубежом. Анализируется вклад молочного животноводства в развитие сельского хозяйства и АПК в целом (Алтухов и др., 2019; Трухачев др., 2022; Чинаров, 2022; Шичкин, 2023), решение проблем продовольственной безопасности (Алтухов и др., 2021), обеспечение сельской занятости и развитие сельских территорий (Костяев и др., 2021; Алтухов и др., 2021). Активно рассматриваются за рубежом проблемы повышения устойчивости развития молочного животноводства в контексте обеспечения доходов фермеров, повышения экологической безопасности производства сельскохозяйственной продукции¹. Вместе с тем

остаются недостаточно изученными вопросы количественной оценки влияния региональных факторов на существующий уровень технологического развития молочного животноводства (Скворцов, 2023), эффективность освоения инновационных технологий уровня «Индустрии 4.0» (Никулина, 2023а; Nikulina et al. 2023b). Повышение темпов и устойчивости развития молочного животноводства особенно актуально для регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации (далее – НЗРФ) (Костяев и др., 2021b).

Однако недостаток количественных исследований региональных особенностей влияния молочного животноводства на общее развитие аграрной экономики, реализацию региональных и локальных конкурентных и сравнительных преимуществ производства молока (Суровцев, 2023; Суровцев и др., 2019) затрудняет оценку эффективности механизмов государственной поддержки молочного животноводства (Шик и др., 2023), снижает инновационно-инвестиционную

¹ Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2021. Paris: OECD Publishing, 2021. 515 p. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/agricultural-policy-monitoring-and-evaluation-2021_2d810e01-en (дата обращения: 01.03.2024)

активность в отрасли (Ушачев и др., 2022; Родионова и др., 2020).

В данной статье приведены результаты исследования влияния уровня развития молочного животноводства в регионах НЗРФ на динамику объемов производства валовой продукции сельского хозяйства, уровень вовлеченности пашни в хозяйственный оборот с применением современных методов статистического анализа.

Анализ зависимостей валовых объемов производства сельскохозяйственной продукции от уровня развития молочного животноводства выявил существенные различия между регионами НЗРФ, усиливающиеся в последние годы в ходе технологического развития, цифровой трансформации отраслей животноводства и растениеводства. Перевод производства яиц, мяса птицы и свиней, овощей закрытого грунта, аквакультуры на индустриальные технологии, организованные на принципах «конвейерного производства» с высоким уровнем механизации и автоматизации производства, с минимальной зависимостью от производства продукции растениеводства в регионах, привел к ослаблению зависимости уровня валового производства сельскохозяйственной продукции от уровня интенсивности хозяйственного использования сельскохозяйственных угодий. Концентрированные корма для птицеводства, свиноводства и рыбоводства в регионах НЗРФ производятся из привозного сырья, произведенного в регионах с более благоприятными условиями для выращивания зернофуражных и масличных культур. Поэтому показатель «темпы роста валовой продукции сельского хозяйства» не в полной мере, на наш взгляд, характеризует уровень развития сельскохозяйственного производства в регионе. Не менее значимым, по мнению авторов статьи, является уровень хозяйственного использования пашни, характеризующийся долей посевных площадей в площади пашни в регионах.

Цель исследования — выявить особенности и определить значимость влияния молочного животноводства на темпы роста объемов производства сельскохозяйственной продукции и изменение посевных площадей в регионах НЗРФ.

Для достижения данной цели были поставлены следующие исследовательские задачи: 1) определить уровень влияния молочного животноводства на результативность сельского хозяйства НЗРФ; 2) установить, одинакова ли степень этого влияния; 3) выявить, существует ли статистически значимая причинно-

следственная взаимосвязь между продуктивностью молочного животноводства и интенсивностью использования пашни. Основной гипотезой исследования является предположение о том, что в большинстве регионов НЗРФ молочное животноводство является системообразующей отраслью, усиливаются региональные различия в отраслевой структуре сельскохозяйственного производства. Данное исследование поможет реализовать дифференцированный подход к разработке федеральной и региональной системы регулирования и поддержки сельского хозяйства.

Методы исследования

Исследование выполнено на данных Федеральной службы государственной статистики по 29 регионам НЗРФ с 1991 по 2021 г. Оно проводилось в несколько этапов.

На первом этапе оценивалось влияние производства молока на общий результат сельскохозяйственной отрасли за период 1991–2021 г. в целом и три его подпериода: 1991–2005 гг., когда наблюдался общий и отраслевой спад, а затем стабилизация экономики; 2006–2011 гг. когда началась реализация Приоритетного национального проекта «Развитие АПК» и первой Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (далее – Государственная программа); 2012–2021 гг. — последующая редакция Государственной программы с постоянным усилением государственной поддержки инновационно-инвестиционного развития молочного животноводства.

Оценка проводилась эконометрическим методом анализа панельных данных, который обеспечивает статистически надежную основу для изучения взаимосвязей между экономическими процессами и предоставляет возможность проследить индивидуальное развитие параметров всех объектов выборки по времени (Baltagi, 2005; Ратникова, 2006). Результаты данного анализа дают ценную количественную информацию для формирования научно обоснованных рекомендаций.

Регрессионная модель, построенная на сбалансированных панельных данных, на первом этапе имеет следующую спецификацию:

$$Prod_{it} = \alpha + \beta Milk_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где $Prod_{it}$ – продукция сельского хозяйства в фактически действовавших ценах, млн руб.; $Milk_{it}$ – производство молока в хозяйствах всех

категорий, тыс. тонн; $i = 1, \dots, 29$ — идентификационный номер региона НЗРФ; $t = 1, \dots, 30$ — временной интервал; ∞_i — свободный член уравнения; β — параметр при переменной $Milk_{i,t}$; ε_{it} — остатки, случайные величины с нулевым математическим ожиданием.

Выбор между моделью панельных данных со случайными эффектами (*random effects*) и моделью с фиксированными эффектами (*fixed effects*) производился на всех этапах исследования на основе тестов Бреуша-Пагана и Хаусмана. Статистическая значимость модели и отдельных ее параметров в зависимости от выбранного вида модели определялась с применением F -статистики Фишера, t -статистики Стьюдента, теста Вальда и z -статистики. Коэффициенты детерминации $R^2_{between}$, R^2_{within} и $R^2_{overall}$ не только дают количественную оценку взаимосвязи, но помогают сделать вывод о наличии межиндивидуальных различий в выборке (Baltagi, 2005; Носко, 2005).

На втором этапе регионы НЗРФ были сгруппированы в три кластера с учетом как экономических характеристик, так и географических параметров с применением метода моделирования пространственной автокорреляции Морана (Moran, 1950). Метод предполагает расчет глобального и локальных индексов Морана, опираясь на которые определяются группы схожих территорий (Arellano, 2003; Балаш и др., 2008).

Мерой кластеризации в методе является глобальный индекс Морана:

$$I_{Moran} = \frac{N}{S_0} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} (x_i - \mu)(x_j - \mu)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}, \quad (2)$$

где x — анализируемый показатель региона; μ — его среднее значение; w_{ij} — элемент матрицы пространственных весов для регионов i и j ; N — число анализируемых регионов; S_0 — сумма всех весов пространственной матрицы.

Статистическая значимость индекса проверяется традиционным методом z -статистики. В исследовании использовалась бинарная матрица смежности, учитывающая соседство территорий первого порядка ($w_{ij} = 1$ для регионов i и j , имеющих общую сухопутную границу, если $i \neq j$, для остальных регионов — 0). Элементы матрицы пространственных весов стандартизированы, их сумма равна 1, т. е. $\sum w_{ij} = 1$.

Локальный индекс Морана I_{Mi} характеризует степень взаимного влияния сельхозпроизводства i -го региона на валовый продукт непосредственно прилегающих к нему регионов:

$$I_{Moran_i} = N \cdot \frac{(x_i - \mu) \sum_{j=1}^m w_{ij} (x_j - \mu)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}. \quad (3)$$

Для уточнения состава групп регионов НЗРФ дополнительно проведен анализ показателей:

— отклонение от среднероссийских темпов производства валовой продукции сельского хозяйства в действующих ценах;

— темпы роста валового выпуска в сопоставимых ценах;

— темпы роста продукции растениеводства и животноводства в сопоставимых ценах и др.

Заключительный этап исследования посвящен анализу различий роли молочного животноводства в сельском хозяйстве субъектов НЗРФ, входящих в разные группы. Определение степени влияния (коэффициента эластичности) подотраслей животноводства и растениеводства на объем продукции сельского хозяйства выполнено с помощью регрессионной модели:

$$\ln Prod_{it} = \infty_i + \beta_{1i} \ln PrAnim_{i,t} + \beta_{2i} \ln PrPlant_{i,t} + \varepsilon_{it}, \quad (4)$$

где $PrAnim_{i,t}$ — продукция животноводства в фактически действовавших ценах, млн руб.; $PrPlant_{i,t}$ — продукция растениеводства в фактически действовавших ценах, млн руб.; β_{1i} — параметр при переменной $\ln PrAnim_{i,t}$; β_{2i} — параметр при переменной $\ln PrPlant_{i,t}$; ε_{it} — остатки, случайные величины с нулевым математическим ожиданием.

С целью определения степени влияния на объемы производства молока в регионах разных групп таких факторов как поголовье коров и их продуктивность построена модель:

$$\ln Milk_{it} = \infty_i + \beta_{1i} \ln Cow_{i,t} + \beta_{2i} \ln MilkProd_{i,t} + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

где $Cow_{i,t}$ — поголовье коров в хозяйствах всех категорий, тыс. голов; $MilkProd_{i,t}$ — надой молока на одну корову, кг; β_{1i} — параметр при переменной $\ln Cow_{i,t}$; β_{2i} — параметр при переменной $\ln MilkProd_{i,t}$; ε_{it} — остатки, случайные величины с нулевым математическим ожиданием.

Влияние молочного животноводства на общее состояние сельского хозяйства в регионах разных кластеров выявляли с помощью регрессионной зависимости количества посевных площадей от поголовья коров в хозяйствах всех категорий:

$$Cultiv_{it} = \infty_i + \beta_i Cow_{i,t} + \varepsilon_{it}, \quad (6)$$

где $Cultiv_{i,t}$ – вся посевная площадь, тыс. гектар; $Cow_{i,t}$ – поголовье коров в хозяйствах всех категорий, тыс. голов; β_i – параметр при переменной $Cow_{i,t}$; ε_{it} – остатки, случайные величины с нулевым математическим ожиданием.

Полученные результаты

За время существования современной России сельскохозяйственная отрасль прошла разные этапы: спад, стабилизацию и переход к устойчивому развитию. Молочная отрасль всегда была важнейшей для регионов НЗРФ. На уровне государства поддерживалось ее развитие. Регрессионная модель с фиксированными эффектами (*fixed effects*) (1), построенная на панельных данных 29 субъектов НЗРФ, позволила количественно оценить влияние молочного производства на валовый выпуск сельского хозяйства в целом в период с 1991 по 2021 г., а также в отдельные подпериоды (табл. 1).

Статистика теста Фишера указывает на высокое качество построенных моделей. Оценки параметра β для всех моделей статистически значимы на уровне 1 %. Модель указывает на наличие зависимости между объемами валовой продукции сельского хозяйства и производством молока для всех временных интервалов. В целом за весь период 1991–2021 г. эта зависимость обратная ($\beta = -91,2192 < 0$), но детализация выявила изменение данной тенденции ($\beta = 137,8988 > 0$) с 2012 года, когда усилилась государственная поддержка ин-

новационно-инвестиционного развития молочного животноводства. В этот период увеличение производства молока на 1 тыс. тонн в регионах НЗРФ в среднем приводило к росту продукции сельского хозяйства региона на 137,9 млн руб.

В построенных моделях значение коэффициента детерминации R^2 существенно выше коэффициентов R^2_{within} и $R^2_{overall}$, что свидетельствует о том, что изменения объемов производства молока со временем оказывают меньшее влияние на результирующий признак модели, чем изменения средних показателей в каждом из регионов. Следовательно, индивидуальные межрегиональные различия проявляются сильнее, чем динамические, для всех рассматриваемых временных интервалов, и их надо учитывать в анализе.

Наличие неоднородности возможно учесть, разделив регионы НЗРФ на группы однородных территорий. Развитие сельского хозяйства отдельных регионов во многом связано с географическими условиями: агроклиматическими, почвенными условиями, плотностью и контурностью сельскохозяйственных угодий, что приводит к сходству экономических процессов на соседних территориях. Как утверждает первый закон географии В. Тоблера (Tobler, 1970): «Все связано со всем остальным, но близкие вещи связаны больше, чем далекие». Пространственная неоднородность может быть определена с помощью метода моделирования пространственной ав-

Таблица 1

Результаты моделирования влияния производства молока на валовый выпуск сельского хозяйства НЗРФ, 1991–2021 гг.

Table 1

Modelling results of the impact of dairy farming on the gross agricultural output in the regions of Russia's Non-Black Earth Zone, 1991–2021

Показатель	Период, годы			
	1991–2021	1991–2005	2006–2011	2012–2021
Коэффициент β при переменной <i>Milk</i>	-91,2192*** (5,3823)	-36,5274*** (1,9334)	-146,2587*** (16,2889)	137,8988*** (18,6327)
$R^2_{between}$	0,7142	0,8636	0,7920	0,4991
R^2_{within}	0,2481	0,4685	0,3589	0,1740
$R^2_{overall}$	0,0309	0,0503	0,6286	0,4265
<i>F</i> (Критерий Фишера)	287,23 ($P = 0,000$)	356,93 ($P = 0,000$)	80,62 ($P = 0,000$)	54,77 ($P = 0,000$)
<i>N</i>	899	435	174	290

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки оценок параметров

*** $p < 0,01$ ** $p < 0,05$ * $p < 0,10$

Источник: рассчитано авторами.

токорреляции Морана, путем статистических расчетов положительной или отрицательной автокорреляции явлений в соседних территориях.

Глобальный индекс Морана для показателя «продукция сельского хозяйства в фактически действовавших ценах», рассчитанный по данным 2021 г., для регионов НЗРФ равен $I_{Moran} = 0,1626$, он статистически значим на уровне 0,05 ($P = 0,032 < 0,05$). Таким образом, зависимая переменная Prod в уравнении (1) является пространственно-автокоррелированной, что подразумевает наличие различий между регионами, обусловленных, в том числе, географическими особенностями и географической близостью. Расчет локальных индексов автокорреляции Морана позволил определить три основные группы территорий НЗРФ, тесно связанные с их географическим положением: «север», «центр» и «юг» (последовательность формирования групп — тема отдельной статьи). В кластер «север» вошли Ивановская обл.,

Костромская обл., Тверская обл., Ярославская обл., Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская обл., Вологодская обл., Ленинградская обл., Мурманская обл., Новгородская обл., Псковская обл.; в кластер «центр» – Владимирская обл., Калужская обл., Московская обл., Смоленская обл., Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Кировская обл., Пермский край, Свердловская обл.; в кластер «юг» – Брянская обл., Рязанская обл., Орловская обл., Тульская обл., Калининградская обл., Республика Мордовия, Нижегородская обл. (рис. 1).

Дополнительно проведенная группировка регионов по перечисленным выше показателям в целом подтвердила состав полученных групп (например, группировка по темпам роста продукции растениеводства в сопоставимых ценах (рис. 2)). Хотя в каждой из групп есть регионы, которые при разных группировочных признаках меняют группу, есть и регионы, стабильно попадающие при разных основаниях группировки в одну и ту же группу.

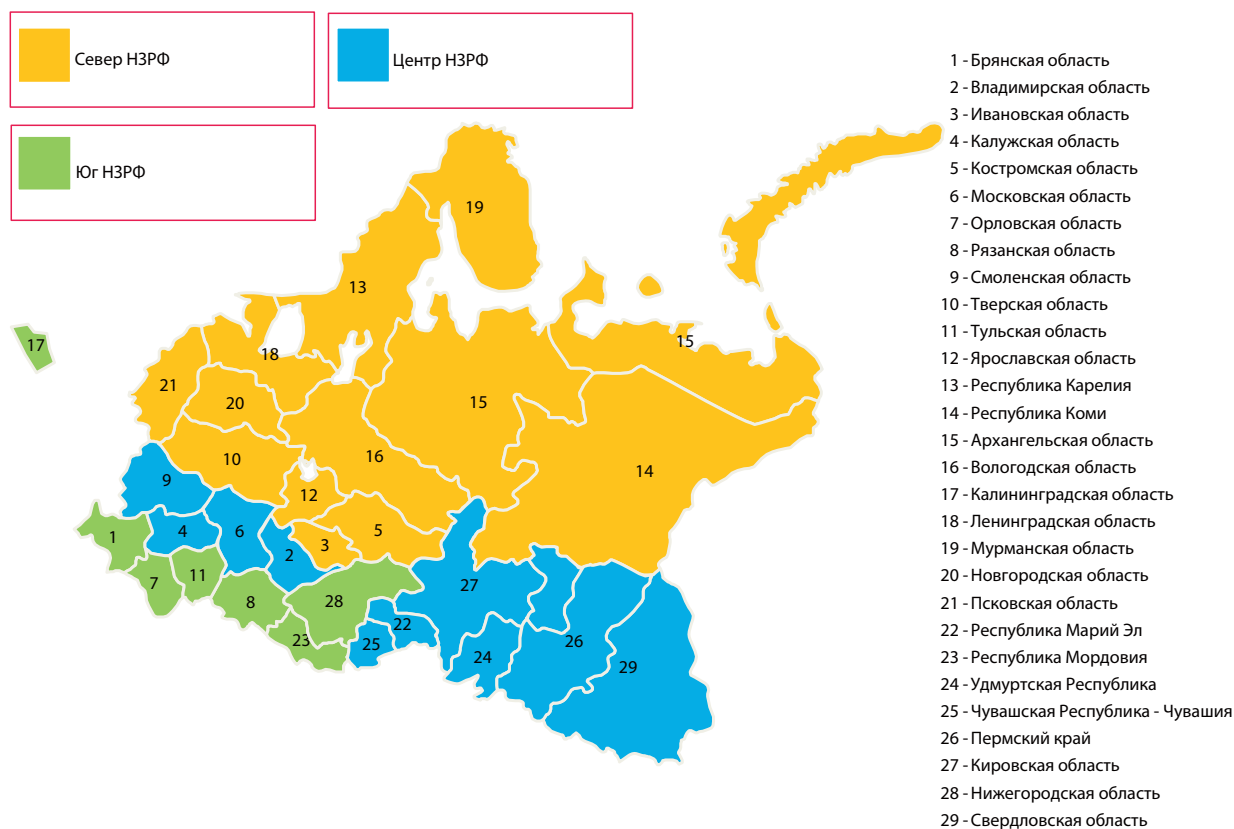


Рис. 1. Группировка регионов Нечерноземной зоны РФ по производству продукции сельского хозяйства методом пространственной автокорреляции Морана

Fig. 1. Grouping of Non-Black Earth Zone regions by agricultural production using Moran's spatial autocorrelation method
Источник: составлено авторами

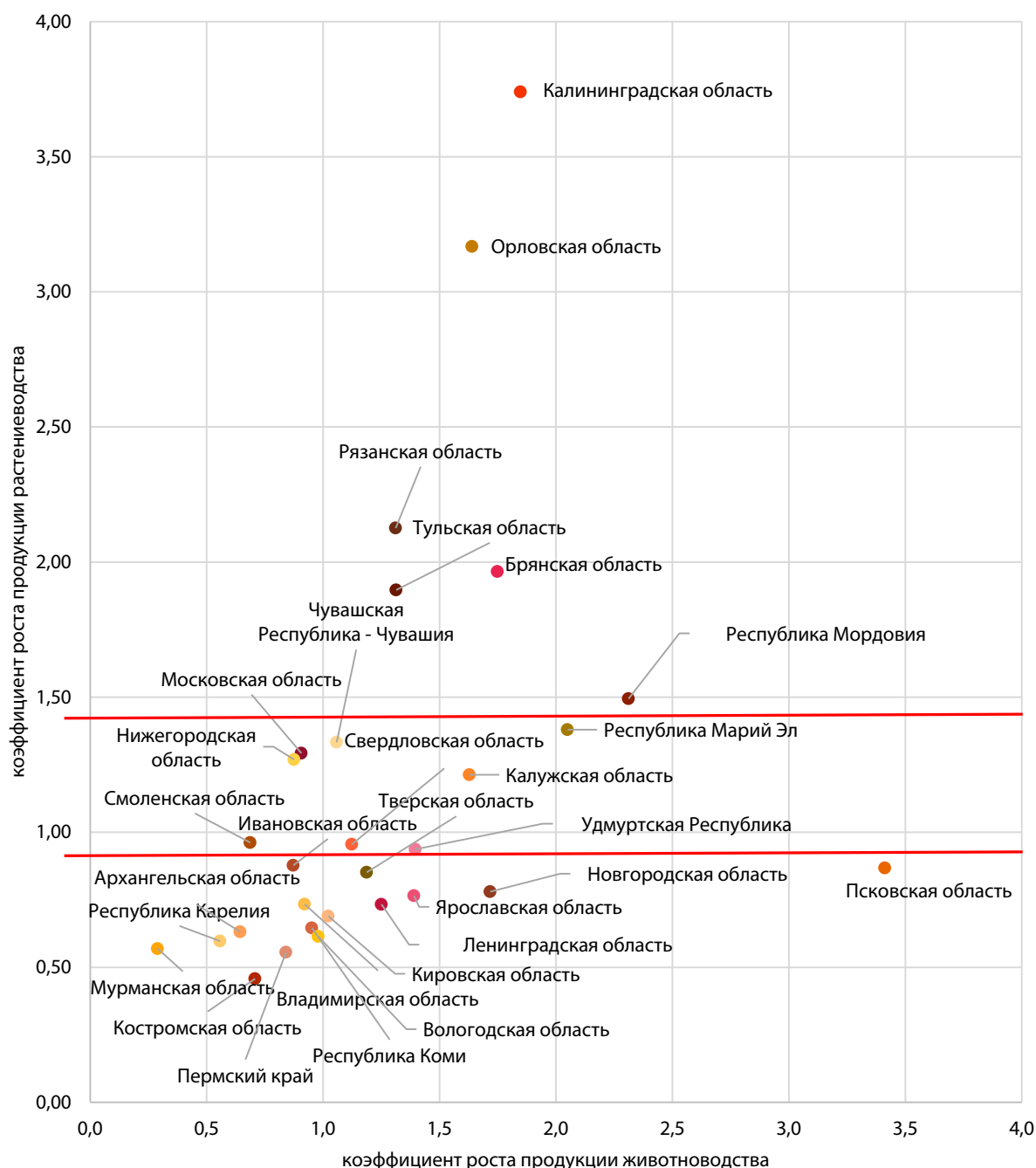


Рис. 2. Распределение регионов Нечерноземной зоны РФ по коэффициентам роста продукции животноводства и растениеводства в сопоставимых ценах с 2002 по 2021 г.

Fig. 2. Distribution of Non-Black Earth Zone regions by the growth rates of livestock and crop production in comparable prices from 2002 - 2021.

Наиболее стабильна группа «юг», где только Нижегородская обл. иногда переходит в группу «центр». Однако эта область в данном исследовании оставлена нами в группе «юг», т. к. из всех окружающих ее регионов только с Рязанской обл. и Республикой Мордовия по выпуску продукции сельского хозяйства она имеет сильную положительную пространственную автокорреляцию по методу Морана,

с «соседями» из группы «центр», напротив, пространственная корреляция отрицательная и незначительная.

Наибольший интерес для исследования представляет временной интервал 2012–2021 г., т. к. он отражает текущее положение молочного производства в НЗРФ и дает актуальную оценку для принятия решений. Далее все расчеты сделаны для этого временного периода.

Регрессионные модели со случайными эффектами (*random effects*) (1), построенные для каждой из групп регионов НЗРФ, подтвердили дифференциацию влияния молочной отрасли на общий результат сельскохозяйственного производства (табл. 2).

В то время как в регионах группы «север» производство молока является существенным фактором сельскохозяйственного производства, в регионах группы «юг» такая зависимость статистически не подтверждается. Для группы регионов «центра» зависимость статистически значима по критерию Вальда и z-статистике, но коэффициенты детерминации меньше 0,3, что говорит о средней степени взаимосвязи. Таким образом, выделение групп территорий позволило выявить регионы, где молочное животноводство является критически важным отраслевым фактором, и это регионы «севера» НЗРФ.

Регрессионная модель панельных данных с фиксированными эффектами (*fixed effects*) (4) подтверждает, что в регионах группы «юг» более активно развивается товарное растениеводство, в том числе производство зерна (табл. 3). Среднегодовой темп прироста продукции растениеводства в сопоставимых ценах с 2012 по 2021 г. составил 7,16 % (Тульская обл. — 10,3 %, Брянская обл. — 10,0 %), в то время как в регионах группы «центр» — 0,44 %, «север» — 0,13 %. Отметим, что среднегодовой прирост валового сбора зерновых и зернобобо-

вых культур на территориях «юга» НЗРФ составил 7,7 %.

Статистика теста Фишера указывает на высокое качество построенных моделей. Оценки параметров β_{1i} и β_{2i} статистически значимы на уровне 1 % (табл. 3).

Сельское хозяйство регионов «севера» НЗРФ сильнее всех остальных зависит от развития на их территориях животноводства — увеличение продукции животноводства на 1 % приводит к увеличению валового выпуска продукции сельского хозяйства на 0,707 %, в регионах «центра» влияние слабее — на 0,583 % и на «юге» еще слабее — увеличение только на 0,482 %. На территориях «севера» и «центра» выше эластичность валового выпуска по выпуску продукции животноводства, а для территорий «юга» — по продукции растениеводства (табл. 3).

Регрессионная модель панельных данных с фиксированными эффектами (*fixed effects*) (5) показала, что в регионах «севера» и «центра» фактор поголовья коров в большей степени влиял в 2012–2021 гг. на объемы производства молока, чем фактор надоев на одну корову (табл. 4). При увеличении поголовья коров на 1 % в регионах «севера» производство молока увеличивается на 1,21 %, а в регионах «центра» — на 0,788 %, в то время как при увеличении продуктивности коров на 1 % производство молока увеличивается только соответственно на 0,799 % и 0,429 %.

Таблица 2

Результаты моделирования влияния производства молока на валовый выпуск сельского хозяйства по группам регионов НЗРФ, 2012–2021 гг.

Table 2

Modeling results of the impact of dairy farming on the gross agricultural output for groups of Russia's Non-Black Earth Zone regions, 2012–2021

Показатель	Группы регионов		
	«север»	«центр»	«юг»
Коэффициент β	119,4692*** (16,1716)	99,2518*** (15,8930)	48,1213 (32,4650)
$R^2_{between}$	0,7297	0,2695	0,0849
R^2_{within}	0,2238	0,2916	0,0714
$R^2_{overall}$	0,6746	0,2680	0,0385
Wald (Критерий Вальда)	54,58 ($P = 0,000$)	39,00 ($P = 0,0000$)	2,20 ($P = 0,1383$)
N	120	100	70
Вывод:	статистически значимая зависимость	статистически значимая зависимость	нет статистически значимой зависимости

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки оценок параметров

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Источник: рассчитано авторами.

Таблица 3

Модель определения эластичности валового выпуска сельского хозяйства по выпуску продукции животноводства и растениеводства по группам регионов НЗРФ, 2012-2021 гг.

Table 3

Model for calculating the elasticity of gross agricultural output from livestock production and crop farming for groups of Russia's Non-Black Earth Zone regions, 2012-2021

Показатели модели	Группы регионов		
	север	центр	юг
β_{1i} (коэфф. эластичности по продукции животноводства)	0,7071*** (0,0077)	0,5825*** (0,0203)	0,4821*** (0,0166)
β_{2i} (коэфф. эластичности по продукции растениеводства)	0,3188*** (0,0097)	0,4468*** (0,0215)	0,5379*** (0,0128)
F (Критерий Фишера)	13 611,69 ($P=0,0000$)	2 776,56 ($P=0,0000$)	16 973,20 ($P=0,0000$)
$R^2_{between}$	0,9996	0,9971	0,9658
R^2_{within}	0,9961	0,9844	0,9982
$R^2_{overall}$	0,9994	0,9965	0,9973
N	120	100	70

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки оценок параметров

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Источник: рассчитано авторами.

Таблица 4

Модель определения эластичности производства молока по поголовью коров и их продуктивности по группам регионов НЗРФ, 2012-2021 гг.

Table 4

Model for calculating the elasticity of dairy production from by number of cows and their productivity for groups of Russia's Non-Black Earth Zone regions, 2012-2021

Показатели модели	Группы регионов		
	север	центр	юг
Модель: $\ln Milk_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \ln Cow_{it} + \beta_{2i} \ln MilkProd_{it} + \varepsilon_{it}$			
β_{1i} (коэфф. эластичности по поголовью коров)	1,2081*** (0,0426)	0,7879*** (0,0998)	0,1289 (0,0722) ($P=0,079$)
β_{2i} (коэфф. эластичности по надоям на одну корову)	0,7985*** (0,0282)	0,4289*** (0,0785)	0,1140 (0,0688) ($P=0,103$)
F (Критерий Фишера)	469,03 ($P=0,0000$)	51,68 ($P=0,0000$)	4,87 ($P=0,0109$)
$R^2_{between}$	0,9949	0,2761	0,5339
R^2_{within}	0,8985	0,5401	0,1377
$R^2_{overall}$	0,9939	0,2884	0,4088
Модель: $\ln Milk_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \ln MCow_{it} + \beta_{2i} \ln MilkProd_{it} + \varepsilon_{it}$ (7)			
β_{1i} (коэфф. эластичности по поголовью молочных коров)	1,0986*** (0,0209)	1,1342*** (0,0488)	1,0590*** (0,0305)
β_{2i} (коэфф. эластичности по надоям на одну корову)	0,9700*** (0,0180)	1,0005*** (0,0438)	0,9820*** (0,0276)
F (Критерий Фишера)	1583,90 ($P=0,0000$)	356,60 ($P=0,0000$)	668,51 ($P=0,0000$)
$R^2_{between}$	0,9998	0,3335	0,9997
R^2_{within}	0,9676	0,8902	0,9564
$R^2_{overall}$	0,9994	0,3514	0,9978
N	120	100	70

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки оценок параметров

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Источник: рассчитано авторами.

Для регионов «юга» модель (5) оказалась статистически незначимой, параметры модели не удовлетворяют критерию Стьюдента. Такой парадоксальный результат, когда производство молока не зависит ни от поголовья коров, ни от их продуктивности, может быть объяснен тем, что общее поголовье коров включает как молочное, так и мясное поголовье. В связи с этим в модель (5) было внесено изменение: вместо фактора «поголовье коров в хозяйствах всех категорий» был введен фактор «поголовье молочных коров в хозяйствах всех категорий», который рассчитывался на основе данных о валовом производстве молока и молочной продуктивности коров – $MCow_{i,t}$.

Для всех регионов НЗРФ фактор поголовья молочного стада является более существенным при производстве молока, чем надой на одну корову (табл. 4). Только в 5 из 29 регионов НЗРФ (17,2 %) в период с 2012 по 2021 г. зафиксирован рост общего поголовья коров, в остальных наблюдалось уменьшение: Тверская обл. — -42,0 %, Псковская обл. — -37,1 %, Новгородская обл. — -32,7 %.

Уровень развития молочного животноводства и его основной фактор — поголовье ко-

ров оказывают влияние на интенсивность использования пашни, количество посевных площадей и эффективность их использования (Суровцев, 2023). Регрессионная модель со случайными эффектами (*random effects*) (6) подтвердила данное утверждение. Модель (6) также была использована в двух вариантах: влияющий фактор — общее поголовье коров $Cow_{i,t}$ и влияющий фактор — поголовье молочного стада $MCow_{i,t}$ (табл. 5).

Обе модели ((6) и (8)) оказались в целом статистически значимы по критерию Вальда, z-статистикой подтверждается статистическая значимость параметров этих моделей на уровне 1 %. Модель (6) показывает, что для регионов «юга» зависимость количества посевных площадей от общего поголовья коров положительная, но очень низкая (коэффициент детерминации меньше 0,2). Для тех же регионов зависимость от поголовья молочных коров (8) отрицательна и также низкая (коэффициент детерминации меньше 0,3). При снижении поголовья молочных коров (среднегодовое снижение с 2012 по 2021 г. в среднем по регионам «юга» — -4,89 %) мы наблюдаем рост посевных площадей (среднегодовой прирост — +2,19 %) (табл. 6).

Таблица 5

Результаты моделирования влияния поголовья коров на количество используемых посевных площадей по группам регионов НЗРФ, 2012-2021 гг.

Table 5

Modelling results of the impact of the number of cows on the size of sowing areas for of Russia's Non-Black Earth Zone, 2012-2021

Показатели модели	Группы регионов		
	север	центр	юг
Модель: $Cultiv_{it} = \alpha_i + \beta_i Cow_{i,t} + \varepsilon_{it}$			
β_i	4,5452*** (0,3310)	1,5233*** (0,3580)	1,6156*** (0,4369)
Wald	188,61 ($P = 0,0000$)	18,10 ($P = 0,0000$)	13,68 ($P = 0,0002$)
$R^2_{between}$	0,5490	0,8337	0,0003
R^2_{within}	0,6204	0,1023	0,1828
$R^2_{overall}$	0,5500	0,7923	0,0023
Модель: $Cultiv_{it} = \alpha_i + \beta_i MCow_{i,t} + \varepsilon_{it}$ (8)			
β_i	3,7834*** (0,2755)	1,5730*** (0,3565)	-2,08208*** (0,6178)
Wald	188,62 ($P = 0,0000$)	19,41 ($P = 0,0000$)	20,85 ($P = 0,0000$)
$R^2_{between}$	0,556	0,6841	0,0438
R^2_{within}	0,6220	0,1122	0,2634
$R^2_{overall}$	0,5559	0,6719	0,0228
N	120	100	70

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки оценок параметров

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Источник: рассчитано авторами.

Таблица 6

Среднегодовые темпы прироста, 2012–2021 гг., %

Table 6

Average annual growth rates, 2012–2021, %

Группа регионов НЗРФ	Среднегодовые темпы прироста, 2012–2021 гг., %				
	Продукция сельского хозяйства в сопоставимых ценах	Продукция растениеводства в сопоставимых ценах	Посевные площади	Поголовье молочных коров	Поголовье коров в хозяйствах всех категорий
север	0,62	0,13	–2,11	–3,73	–2,66
центр	0,84	0,44	–0,43	–2,13	–0,36
юг	5,61	7,16	2,19	–4,89	2,13

Источник: рассчитано авторами.

Таблица 7

Сельскохозяйственные показатели в группах регионов НЗРФ, 2021 г.

Table 7

Agricultural indicators in groups of Non-Black Earth Zone regions, 2021

Группа регионов НЗРФ	Производство молока на 1 га посевных площадей, тонн	Продукция животноводства в факт. действ. ценах на 1 га посев. площадей, тыс. руб.	Продукция растениеводства в факт. действ. ценах на 1 га посев. площадей, тыс. руб.	Доля посевных площадей в пашне, %	Поголовье коров в хозяйствах всех категорий на 1 га посевных площадей, гол.
север	1,197	132,191	57,118	33,07	0,173
центр	0,962	67,749	50,938	44,63	0,156
юг	0,416	47,077	67,232	66,13	0,104

Источник: рассчитано авторами.

В регионах «севера» обе модели (6) и (8) подтвердили высокую взаимосвязь количества посевных площадей и поголовья коров. Снижение поголовья коров на 1 тыс. голов в среднем приводит к уменьшению посевных площадей на 4,55 тыс. га (табл. 5). С 2012 по 2021 г. среднегодовое снижение всего поголовья коров в регионах «севера» на 2,66 % сопровождалось уменьшением посевных площадей в среднегодовом измерении на 2,11 %. В регионах «центра» НЗРФ тенденция аналогичная, но процесс менее интенсивный, при среднегодовом снижении всего поголовья коров на 0,36 % среднегодовое снижение посевных площадей составило 0,43 % (табл. 6).

В табл. 7 представлены показатели, также подтверждающие, что фактор молочного животноводства играет существенную роль в сельском хозяйстве регионов «севера». Если регионы группы «центр» по показателям и общей тенденции ближе к «северным», то «южные» регионы существенно от них от-

личаются. В регионах НЗРФ группы «север» высокие показатели поголовья коров и производства молока на 1 га посевных площадей (0,173 голов и 1,197 тонн). Показатель производства продукции животноводства на 1 га посевных площадей самый высокий – 132,191 тыс. руб., в то время как в регионах «юг» на 1 га посевных площадей производится больше всего продукции растениеводства – 67,232 тыс. руб. (табл. 7).

Анализ структуры посевных площадей показал, что для регионов, где преобладает молочное животноводство («север»), значительная часть пашни выведена из оборота, под посевы используется только 33,07 %, причем более половины посевных площадей заняты многолетними травами (63,01 % от общей посевной площади) и другими кормовыми культурами (табл. 8). В регионах «юга», напротив, доля использования пашни под посевы – 66,13 % и многолетние травы и кормовые культуры занимают только 15,23 % и 22,34 % соответственно (табл.8)

Структура посевных площадей и ее динамика, 2012–2021 гг.

Table 8

Structure of sown areas and its dynamics, 2012–2021

Группа регионов НЗРФ	Доля посевных площадей в пашне, %		Доля многолетних трав в посевных площадях, %		Доля технических культур в посевных площадях, %		Доля кормовых культур в посевных площадях, %	
	2021 г.	изменения 2021/2012, %	2021 г.	изменения 2021/2012, %	2021 г.	изменения 2021/2012, %	2021 г.	изменения 2021/2012, %
север	33,07	-17,34	63,01	-5,95	1,88	+121,87	75,08	-2,91
центр	44,63	-3,73	41,99	-1,30	3,34	+192,30	55,04	-5,99
юг	66,13	+21,46	15,23	-14,30	16,30	+55,14	22,34	-25,56

Источник: рассчитано авторами.

Заключение и обсуждение результатов

Эмпирический статистический анализ, проведенный в данном исследовании, выявил наличие существенной региональной дифференциации влияния молочного животноводства на конечный результат сельскохозяйственной отрасли. Для выявления неоднородности развития регионов традиционно ведущими учеными, экономистами-аграрниками используются методы многомерного шкалирования, ранжирования по существенным показателям и их темпам роста (объем производства продукции, плотность поголовья, производство молока, надои на 1 корову и др.), которые рассматривают регионы как абстрактные субъекты, без учета особенностей, связанных с их географическим положением и межтерриториальными связями (Алтухов и др., 2021, Костяев и др., 2021a, Костяев и др., 2021b). Применение метода моделирования пространственной автокорреляции Морана позволило сгруппировать регионы НЗРФ по уровню развития сельскохозяйственного производства, выраженного в объемах сельхозпродукции, с учетом их местоположения и, соответственно, агроклиматических, почвенных особенностей, которые создают схожие условия для экономических процессов на соседних территориях.

Исследование показало, что наиболее ярко проявляется различие между регионами «севера», где молочное животноводство является важным фактором, системообразующей отраслью, и регионами «юга», где структура пашни более пригодна для развития мясного скотоводства, растениеводства и выращивания зерновых, крупяных и технических культур. В «центральных» регионах, как и в «северных», молочное животноводство вносит существенный вклад в производство сельскохозяйственной продукции, хотя и в меньшем объеме.

Поголовье коров является важнейшим фактором молочного производства для северных и центральных регионов, оказывает влияние на интенсивность использования пашни, количество посевных площадей и эффективность их использования.

В более ранних исследованиях авторами предлагалось при оценке перспектив развития молочного животноводства в регионах НЗРФ дополнительно учитывать положения теории сравнительных преимуществ, а также изменение конкурентных позиций отраслей сельскохозяйственного производства в зоне рискованного земледелия с учетом качественных изменений в сельскохозяйственном производстве при переходе к технологиям уровня «Индустрии 4.0», цифровой трансформации АПК (Суровцев, 2023; Суровцев и др., 2019).

Проведенный в данном исследовании количественный анализ показал, что молочное животноводство в ряде северных регионов НЗРФ является критически важной подотраслью сельского хозяйства и фактором роста общепромышленного объема производства товарного молока, хотя северные регионы обладают меньшим рентным потенциалом по сравнению с южными. Это подтверждает усиление влияния на развитие отрасли в регионах Нечерноземья абсолютных и сравнительных преимуществ, таких как умеренные температуры, наличие больших запасов питьевой воды и площадей сельскохозяйственных угодий, пригодных для производства кормов из многолетних трав, что при реализации новых технологических возможностей способно обеспечить конкурентоспособные издержки производства молока в сравнении с регионами, расположенными в лучших агроклиматических условиях.

Значительные различия роли молочного животноводства в развитии сельского хозяй-

ства в регионах НЗРФ целесообразно учитывать при разработке федеральной и региональной системы регулирования и поддержки сельского хозяйства для обеспечения устойчивости развития аграрного производства и сельских территорий.

Проведенная количественная оценка различий может быть использована при корректировке конкретных форм и направлений государственной поддержки молочного животноводства на федеральном и региональном уровнях.

Список источников

- Алтухов, А. И., Долгушкин, Н. К., Папцов, А. Г., Семенова, Е. И., Хейфец, Б. А., Чернова, В. Ю., Авдеев, М. В., Мухамедова, Т. О. (2021). *Продовольственная безопасность России: современные угрозы и вызовы*. Москва: ООО «Сам Полиграфист», 304.
- Алтухов, А. И., Семёнова, Е. И. (2019). Молочное скотоводство России: экономические проблемы и пути их решения. *Экономика сельского хозяйства России*, (2), 33-38. <https://doi.org/10.32651/192-33>
- Алтухов, А. И., Семёнова, Е. И. (2021). Проблемы пространственного развития территорий страны с низкой плотностью населения требуют приоритетного решения. *Экономика сельского хозяйства России*, (4), 9-15. <https://doi.org/10.32651/214-9>
- Балаш, В. А., Файзлиев, А. Р. (2008). Пространственная корреляция в статистических исследованиях. *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*, (4(23)), 122-125.
- Костяев, А. И., Никонова, Г. Н. (2021). Влияние отраслей животноводства на развитие сельских территорий. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 22(4), 608-619. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619>
- Костяев, А. И., Никонова, Г. Н. (2021). Развитие процессов территориальной дифференциации аграрного производства Нечерноземья и их современные тренды. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 14(4), 150-168. <https://doi.org/10.15838/esc.2021.4.76.9>
- Костяев, А. И., Петриков, А. В., Иванов, А. Л., Митин, С. Г., Никонова, Г. Н. (2021). Сельское Нечерноземье: от плана к рынку. *АПК: Экономика, управление*, (5), 3-15. <https://doi.org/10.33305/215-3>
- Никулина, Ю. Н. (2023). Эффективность цифровизации сельского хозяйства: региональный кейс производителей молока. *АПК: Экономика, управление*, (8), 45-54. <https://doi.org/10.33305/238-45>
- Носко, В. П. (2005). *Эконометрика для начинающих (Дополнительные главы)*. Москва: ИЭПП, 379.
- Ратникова, Т. (2006). Введение в эконометрический анализ панельных данных. *Экономический журнал Высшей школы экономики*, 10(2), 267-316.
- Родионова, О. А., Евсюкова, Т. Г. (2020). Межотраслевое и межрегиональное развитие крупного аграрного предпринимательства. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*, (3), 156-163.
- Скворцов, Е. А. (2023). Влияние фактора удаленности ферм на применение робототехники в сельском хозяйстве регионов. *Экономика региона*, 19(1), 150-162. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-12>
- Суровцев, В. Н. (2023). Территориальная дифференциация и предпосылки устойчивого развития молочного скотоводства в Нечерноземной зоне России на основе цифровой трансформации. *АПК: Экономика, управление*, 8, 55-65. <https://doi.org/10.33305/238-55>
- Суровцев, В. Н., Никулина, Ю. Н. (2019). Формирование «молочного пояса» как фактор реализации экспортного потенциала АПК России. *Экономика сельского хозяйства России*, (2), 39-48. <https://doi.org/10.32651/192-39>
- Трухачев, В. И., Юлдашбаев, Ю. А., Свиначев, И. Ю., Амерханов, Х. А. и др. (2022). *Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ*. Москва: ООО «Мегаполис», 337.
- Ушачев, И. Г., Маслова, В. В., Зарук, Н. Ф., Авдеев, М. В. (2022). Механизмы инвестиционного процесса в аграрном комплексе России. *Вестник Российской академии наук*, 92(2), 140-149. <https://doi.org/10.31857/S0869587322020104>
- Чинаров, В. И. (2022). Настоящее и будущее молочного скотоводства России. *Экономика сельского хозяйства России*, (7), 46-50. <https://doi.org/10.32651/227-46>
- Шик, О. В., Янбых, Р. Г. (2023). Оценка уровня государственной поддержки АПК и предложения по повышению её эффективности. *АПК: Экономика, управление*, (4), 3-16. <https://doi.org/10.33305/234-3>
- Шичкин, Г. И., Тяпугин, Е. Е., Дунин, И. М. и др. (2023). Состояние молочного скотоводства в Российской Федерации. *Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации*, 3-20. Москва: Издательство ФГБНУ ВНИИплем.
- Arellano, M. (2003). *Panel Data Econometrics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199245282.001.0001>
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiley & Sons Incorporated.
- Moran, P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17-23.
- Nikulina, Y., & Surovtsev, V. (2023). Economic efficiency factors of automatic milking system in Russia: A case study. *Agriculture Digitalization and Organic Production. Proceedings of the Second International Conference*, pp. 245-257. Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7780-0_22
- Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234-240. <https://doi.org/10.2307/143141>

References

- Altukhov, A. I., Dolgushkin, N. K., Paptsov, A. G., Semenova, E. I., Heifets, B. A., Chernova, V. Yu., Avdeev, M. V., & Mukhamedova, T. O. (2021). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii: sovremennye ugrozy i vyzovy [Food security of Russia: Modern threats and challenges]*. Moscow: LLC Sam Polygraphist, 304. (In Russ.)
- Altukhov, A. I., & Semenova, E. I. (2019). Dairy cattle breeding of Russia: Economic problems and ways of their decision. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii [Economics of Agriculture of Russia]*, (2), 33-38. <https://doi.org/10.32651/192-33> (In Russ.)
- Altukhov, A. I., & Semenova, E. I. (2021). Problems of spatial development of the territories of the country with low population density require priority solution. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii [Economics of Agriculture of Russia]*, (4), 9-15. <https://doi.org/10.32651/214-9> (In Russ.)
- Arellano, M. (2003). *Panel Data Econometrics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199245282.001.0001>
- Balash, V. A., & Phaizliev, A. R. (2008). The spatial correlation in statistical researches. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta [Vestnik of Saratov State Socio-Economic University]*, (4(23)), 122-125. (In Russ.)
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiley & Sons Incorporated.
- Chinarov, V. I. (2022). Present and future of dairy cattle breeding in Russia. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii [Economics of Agriculture of Russia]*, (7), 46-50. <https://doi.org/10.32651/227-46> (In Russ.)
- Kostiaev, A. I., Petrikov, A. V., Ivanov, A. L., Mitin, S. G., & Nikonova, G. N. (2021). Rural nechernozemye: From plan to market. *APK: Ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, (5), 3-15. <https://doi.org/10.33305/215-3> (In Russ.)
- Kostyaev, A. I., & Nikonova, G. N. (2021). Developing territorial differentiation processes of agricultural production in the Non-Black Earth Region and their current trends. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, 14(4), 150-168. <https://doi.org/10.15838/esc.2021.4.76.9> (In Russ.)
- Kostyaev, A. I., & Nikonova, G. N. (2021). Impact of livestock industries on rural development. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka [Agricultural Science Euro-North-East]*, 22(4), 608-619. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619> (In Russ.)
- Moran, P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17-23.
- Nikulina, Iu. N. (2023). Efficiency of digitalization in agriculture: Milk producers regional case. *APK: Ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, (8), 45-54. <https://doi.org/10.33305/238-45> (In Russ.)
- Nikulina, Y., & Surovtsev, V. (2023). Economic efficiency factors of automatic milking system in Russia: A case study. *Agriculture Digitalization and Organic Production. Proceedings of the Second International Conference* (pp. 245-257). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7780-0_22
- Nosko, V. P. (2005). *Ekonometrika dlya nachinayushchikh (Dopolnitel'nye glavy) [Econometrics for Beginners (Additional Chapters)]*. Moscow: Institute of the Economy in Transition, 379. (In Russ.)
- Ratnikova, T. A. (2006). Introduction to Econometric Analysis of Panel Data. *Ekonomicheskii zhurnal Vyshei shkoly ekonomiki [The HSE Economic Journal]*, 10(2), 267-316. (In Russ.)
- Rodionova, O. A. & Evsyukova, T. G. (2020). Inter-branch and inter-regional development of large agrarian entrepreneurship. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki [Fundamental and Applied Research Studies of the Economics Cooperative Sector]*, (3), 156-163. (In Russ.)
- Shichkin, G. I., Tyapugin, E. E., Dunin, I. M. et al. (2023). The state of dairy cattle breeding in the Russian Federation. *Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation* (pp. 3-20). Moscow: Publishing house VNIImplem, 354. (In Russ.)
- Shik, O. V., & Ianbykh, R. G. (2023). Assessment of the level of state support for the agro-industrial complex and proposals to increase its efficiency. *APK: Ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, (4), 3-16. <https://doi.org/10.33305/234-3> (In Russ.)
- Skvortsov, E. A. (2023). Impact of the Remoteness of Farms on the Use of Robotics in Regional Agriculture. *Ekonomika Regiona [Economy of Regions]*, 19(1), 150-162. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-12> (In Russ.)
- Surovtsev, V. N. (2023). Territorial differentiation and prerequisites for sustainable development of dairy cattle breeding in the Non-black earth region of Russia based on digital transformation. *APK: Ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, 8, 55-65. <https://doi.org/10.33305/238-55> (In Russ.)
- Surovtsev, V. N., & Nikulina, Iu. N. (2019). "Milk belt" formation is as a factor in realizing export potential of Russian agro-industrial complex. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii [Economics of Agriculture in Russia]*, (2), 39-48. <https://doi.org/10.32651/192-39> (In Russ.)
- Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234-240. <https://doi.org/10.2307/143141>
- Trukhachev, V. I., Yuldashbayev, Yu. A., Svinarev, I. Yu., Amerkhanov, H. A. et al. (2022). *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya zhivotnovodstva Rossii i stran SNG [The current state and prospects for the development of animal husbandry in Russia and the CIS countries]*. Moscow: LLC "Megapolis", 337. (In Russ.)
- Ushachev, I. G., Maslova, V. V., Zaruk, N. F., & Avdeev, M. V. (2022). Mechanisms of the investment process in the agricultural complex of Russia. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk [Bulletin of the Russian Academy of Sciences]*, 92(2), 140-149. <https://doi.org/10.31857/S0869587322020104> (In Russ.)

Информация об авторах

Юрченко Татьяна Викторовна — кандидат экономических наук, доцент, Институт экономики и финансов, Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики; <https://orcid.org/0000-0001-6564-4526> (Российская Федерация, 190020, г. Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., д. 44, каб. 526; e-mail: yurcheta@mail.ru).

Суровцев Владимир Николаевич — кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт аграрной экономики и развития сельских территорий, Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН; Scopus Author ID: 5681 8861 000; <https://orcid.org/0000-0003-1803-7963> (Российская Федерация, 196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 7; surovtsev.v@spcras.ru).

About the authors

Tatiana V. Yurchenko — Cand.Sci. (Econ.), Associate Professor, Institute of Economics and Finance, Saint-Petersburg University of Management Technologies and Economics; <https://orcid.org/0000-0001-6564-4526> (44 Lermontovskiy prospect, off. 526, St. Petersburg, 190020, Russian Federation, e-mail: yurcheta@mail.ru).

Vladimir N. Surovtsev — Cand.Sci. (Econ.), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Agricultural Economics and Rural Development, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 5681 8861 000; <https://orcid.org/0000-0003-1803-7963> (7, Podbelskogo, St. Petersburg-Pushkin, 196608, Russian Federation; surovtsev.v@spcras.ru).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 04.03.2024.

Прошла рецензирование: 29.05.2024.

Принято решение о публикации: 27.09.2024.

Received: 04 Mar 2024

Reviewed: 29 May 2024

Accepted: 27 Sep 2024