

Пространственное авторегрессионное моделирование приоритетов развития отраслей сельского хозяйства в Уральском федеральном округе¹

Аннотация. В настоящее время особую актуальность приобретает решение проблемы неравномерного пространственного развития отраслей сельского хозяйства на региональном и макроэкономическом уровнях для обеспечения продовольственной безопасности территориальных систем. Пространственным приоритетом их развития, согласно гипотезе исследования, должно стать формирование новых полюсов роста, объединение территорий в пространственные кластеры и наращивание их кооперационных связей с окружающим пространством. Цель исследования заключается в апробации методического подхода для обоснования перспективных направлений развития отрасли сельского хозяйства в УрФО. Авторский методический подход предполагает оценку пространственных особенностей размещения сельскохозяйственных производств в сфере животноводства и растениеводства, выделение центров их локализации, формирующихся кластеров и зон их влияния, прямых и обратных пространственных взаимовлияний муниципальных образований с использованием пространственного автокорреляционного анализа по методике П. Морана, матриц локальных индексов пространственной автокорреляции Л. Анселина и обоснование эффективности предложенных приоритетов пространственного развития отраслей сельского хозяйства с использованием пространственного авторегрессионного моделирования. В результате апробации методического подхода были установлены приоритеты пространственного развития отраслей сельского хозяйства в УрФО: формирование новых полюсов роста в сфере растениеводства (на территории округов Белоярский, Богданович и муниципальных районов Карталинский, Октябрьский и Аргаяшский) и в сфере животноводства (на территории Камышловского района, округов Рефтинский, Тавдинский и Кетовский), развитие кооперационных взаимосвязей между сформировавшимися и формирующимиися полюсами роста, пространственными кластерами и окружающими их муниципальными образованиями. Пространственное моделирование подтвердило эффективность данных приоритетов развития отрасли растениеводства и показало неэффективность концентрации производств в полюсах роста в отрасли животноводства, необходимость развития кооперационных взаимосвязей. Представленное исследование позволит в дальнейшем обозначить механизмы реализации приоритетов пространственного развития отраслей сельского хозяйства в УрФО.

Ключевые слова: приоритеты пространственного развития, пространственный автокорреляционный анализ, пространственное авторегрессионное моделирование SAR, пространственные взаимовлияния, муниципальные образования, растениеводство, животноводство

Благодарность: Статья подготовлена в соответствии с планом Лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения РАН на 2025 год.

Для цитирования: Наумов, И. В., Седельников, В. М. (2025). Пространственное авторегрессионное моделирование приоритетов развития отраслей сельского хозяйства в Уральском федеральном округе. Экономика региона, 21(4), 1094-1108. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-4-12>

¹ © Наумов И. В., Седельников В. М. Текст. 2025.

RESEARCH ARTICLE

Ilya V. Naumov  , Vladislav M. Sedelnikov ^{a, b)} Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation

Spatial Autoregressive Modelling of Priorities for Agricultural Development in the Ural Federal District

Abstract. Disparities in spatial development across agricultural sectors are becoming an increasingly urgent issue for regional food security. The study's hypothesis is that agricultural development should focus on creating new growth poles, forming spatial clusters, and strengthening cooperative ties with surrounding areas. The purpose of this study is to test a methodological approach that supports the identification of promising directions for the development of the agricultural sector in the Ural Federal District (Russia). The proposed approach evaluates the spatial distribution of agricultural production in livestock and crop sectors, identifies centres of localization, emerging clusters, and their zones of influence, and examines direct and inverse spatial interactions between municipalities. These tasks are addressed through spatial autocorrelation analysis following P. Moran's methodology and L. Anselin's matrices of local spatial autocorrelation indices, while spatial autoregressive modelling assesses the effectiveness of proposed development priorities. As a result, the study identified priorities for the spatial development of agricultural sectors in the Ural Federal District, including new growth poles in crop production (Belyovarsky and Bogdanovich districts; Kartalinsky, Oktyabrsky, and Argayashsky municipal districts) and livestock farming (Kamyshlov District; Reftinsky, Tavdinsky, and Ketovsky districts), along with stronger cooperative links between existing and emerging growth poles, spatial clusters, and surrounding municipalities. Spatial modelling confirmed the effectiveness of these priorities for crop production and indicated that concentrating livestock production in growth poles is ineffective without the development of cooperative relationships. The findings of the study may be useful to policymakers in setting priorities for the spatial development of agricultural sectors in the Ural Federal District.

Keywords: spatial development priorities, spatial autocorrelation analysis, spatial autoregressive modelling (SAR), spatial interactions, municipalities, crop production, livestock farming

Acknowledgments: The article has been prepared in accordance with the plan of the Laboratory of Modelling of the Spatial Development of the Territories of Institute of Economics of the Ural Branch of RAS for 2025.

For citation: Naumov, I.V., & Sedelnikov, V. M. (2025). Spatial Autoregressive Modeling of Priorities for Agricultural Development in the Ural Federal District. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 21(4), 1094-1108. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-4-12>

Введение

Дискуссии об оптимальном пространственном размещении и перспективных направлениях развития сельскохозяйственных производств в научном сообществе ведутся уже почти двести лет. Первая фундаментальная работа в этой области была написана немецким экономистом Иоганном фон Тюненом еще в 1826 г. и затрагивала вопросы оптимального размещения сельскохозяйственных предприятий относительно крупных городов (Тюнен, 1926). Необходимость сглаживания пространственных диспропорций развития данной отрасли экономики и повышения продовольственной безопасности не только в России, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья повышает интерес исследователей к теме поиска пространственных приоритетов ее развития.

Активное развитие методов пространственной эконометрики и пространственного автокорреляционного анализа открывает новые

технические возможности для более обоснованного выбора пространственных приоритетов развития сельского хозяйства, поскольку при оценке факторов, способствующих развитию данной отрасли, учитывает и влияние окружающих территорий. В отличие от стандартных статистических методов анализа? методы пространственной эконометрики дают возможность не только установить ведущие центры производства сельскохозяйственной продукции, так называемые полюса роста, но и выявить только формирующиеся полюса, территории с похожим уровнем развития отрасли, обладающие возможностями формирования пространственных кластеров благодаря близости расположения, зоны их влияния на окружающее пространство, а также тесные и умеренные пространственные взаимовлияния между субъектами.

Применение этих методов в исследовании поможет определить территории, где су-

ществующие и развивающиеся полюса роста и потенциальные кластеры оказывают положительное влияние на развитие отрасли сельскохозяйственного производства в окружающих их муниципальных образованиях, за пределами которых данное влияние не прослеживается. Установленные с использованием пространственных авторегрессионных моделей эффекты помогут обосновать пространственные приоритеты размещения сельскохозяйственных производств в УрФО. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: провести теоретический обзор литературы по исследуемой тематике и разработать методический подход к обоснованию пространственных приоритетов развития отраслей сельского хозяйства в УрФО; оценить особенности пространственной локализации сельскохозяйственных производств в макрорегионе, выявить полюса роста, потенциальные пространственные кластеры и зоны их влияния на окружающие территории в отраслях животноводства и растениеводства, установить прямые и обратные межмуниципальные взаимовлияния для определения территориальных границ приоритетного развития отраслей сельского хозяйства в УрФО; построить пространственные модели для подтверждения установленных приоритетов.

Теоретический обзор

Обзор научных работ показал, что для исследования особенностей пространственной организации отраслей сельского хозяйства авторами чаще всего используются стандартные инструменты статистического анализа, а для оценки действующих факторов — пространственные регрессионные и авторегрессионные модели.

Инструменты статистического анализа, в частности методы статистической группировки, использовались для оценки тенденций развития отрасли растениеводства в Ростовской области и определения вектора пространственного размещения крупных, средних сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств (Холодова, 2022), метод индексов — для оценки территориальной специализации и пространственных особенностей размещения производств пшеницы и молока (Кузнецова и др., 2024); программно-целевой метод — для оценки оптимальности пространственного размещения производств картофеля и овощеводства по федеральным округам России и выявления специализированных высокотехнологичных зон

по производству культур (Якунина, 2023); методы факторного и кластерного анализа — для оценки эффективности размещения производств органической продукции растениеводства в регионах России (Зарук и др., 2022); монографический, сравнительного и системного анализа, экспертных оценок — для анализа теоретических и прикладных аспектов пространственного размещения и специализации отрасли животноводства (Горбатовский, Горбатовская, 2017); методы сравнения и синтеза — для поиска ключевых направлений оптимизации пространственного развития отрасли животноводства (Силаева и др., 2025).

Пространственные регрессионные модели по методу наименьших квадратов применялись для оценки факторов развития отраслей сельского хозяйства. Классические методы моделирования использовали, например, Л.Б. Винничек и Н.Ф. Зарук для оценки влияния различных факторов на специализацию и особенности пространственного размещения производств продукции растениеводства (Винничек, Зарук, 2022); Т.Б. Иванова, О.П. Горшкова и А.Б. Тлисов — для поиска факторов пространственного размещения предприятий агропромышленного комплекса в Волгоградской области (Иванова и др., 2017); М. Ли, Ж. Гую и В. Жанг — для оценки влияния сезонных и пространственных последствий использования пахотных земель и удобрений в Бангладеше с целью улучшения экономико-экологических показателей растениеводства и состояния окружающей среды, а также обеспечения экологической устойчивости и продовольственной безопасности (Li et al., 2022). Данные модели применялись и для исследования оптимальности пространственного размещения производств. В работе П. Эстанислава и соавт. был проведен анализ пространственного распределения сельскохозяйственных предприятий, которые управляются женщинами в бразильских муниципалитетах с применением регрессионных моделей (Estanislau et al., 2021). Их использование позволило С. Ларуэ, Й. Абидтралу и Б. Шмитту установить ключевые детерминанты расположения и концентрации производств свиноводства в Дании (Larue et al., 2008).

Более сложные пространственные авторегрессионные модели с пространственным лагом (SAR) использовались учеными для анализа факторов, влияющих на пространственную неоднородность территорий, для оценки воздействия окружающих территорий. Пространственный автокорреляционный ана-

лиз и авторегрессионные модели применялись С.А. Кожевниковым и С.С. Патраковой для оценки масштабов внутрирегиональной асимметрии развития сельскохозяйственного производства Вологодской области (Патракова, 2022), для обоснования приоритетных направлений и инструментов обеспечения пространственной интеграции России на внутрирегиональном уровне по линии «город – село» (Кожевников, Патракова, 2022). Для моделирования структуры посевов сельскохозяйственных культур в зависимости от изменчивости урожайности в муниципальных районах Иркутской области и последующей оптимизации их размещения П.Г. Асалхановым, Я.М. Иваньо и М.Н. Полковской использовалась целая система пространственных моделей: авторегрессионные, трендовые и факторные модели прогнозирования (Асалханов и др., 2017). Для выявления пространственной неоднородности и кластеризации сельскохозяйственных производств в Европе, оценки пространственных эффектов Р. Черкети, П. Маранцано и Р. Маттер использовали модель пространственно-кластеризованной пространственной авторегрессии (SCSAR) (Cerqueti et al., 2025).

Наиболее используемым инструментом оценки пространственных эффектов в развитии сельского хозяйства на макроэкономическом и региональном уровнях является пространственная модель Дарбина (SDM), которая оценивает пространственные эффекты, возникающие в результате изменения социально-экономических процессов в соседних территориях. Данная модель позволяет учесть не только особенности пространственного развития окружающих субъектов, но и пространственный лаг каждого фактора. Вместе с тем, данная модель не учитывает влияния прошлых значений факторов на текущие. Такая модель позволила Дж. Улимвенгу и П. Саньялу установить наличие внешних эффектов в сельскохозяйственном производстве в странах Африки к югу от Сахары и подтвердить усиление его конвергенции при учете эффектов перекрестного влияния (Ulimwengu & Sanyal, 2013). Аналогичная модель использовалась И. Донгом для эмпирического анализа эффектов агломерации цитрусовой промышленности сельскохозяйственного сектора Китая в период с 2007 по 2022 г. (Dong et al., 2024); в работе Дж. Янга — для оценки кластерного эффекта производства зерна и влияния процесса урбанизации на производство зерна, пространственных эффектов его распространения в 31 провинции Китая в период с 2011 по 2022 г. (Yang, 2024). Такую модель для оценки пространственных

эффектов в сельском хозяйстве использовали М. Горбани и соавт. (Ghorbani et al., 2020), С. Ксяо и соавт. (Xiao et al., 2022), Дж. Хан и соавт. (Han et al., 2024), Д. Ран и соавт. (Ran et al., 2022), Х. Чен и соавт. (Chen et al., 2023) и др.

Теоретический обзор исследований показал, что инструменты пространственного эконометрического анализа широко применяются для оценки возникающих эффектов от развития окружающих территорий, влияния полюсов роста или территорий с высокой концентрацией ресурсов на их окружение. В этом состоит их преимущество по сравнению с классическими эконометрическими моделями. Вместе с тем, их достоверность напрямую зависит от типа используемой в моделировании матрицы пространственных весов. Зачастую при построении пространственных моделей данные матрицы используются некорректно. Распространенной ошибкой является применение матриц по автомобильным дорогам между оцениваемыми объектами при построении пространственной авторегрессии по панельным данным. Расстояния между объектами с течением времени меняются и использование фиксированных расстояний при формировании таких моделей недопустимо. Кроме того, при построении таких моделей исследователями применяется упрощенный подход — используется одна матрица расстояний. Это приводит к некорректным результатам моделирования.

Упрощенность используемых исследователями подходов к оценке пространственных эффектов заключается и в игнорировании дифференцированности влияния полюсов роста на окружающие территории внутри макрорегиона. Полюса роста — центры концентрации ресурсов — могут оказывать как положительное влияние на окружающее пространство, способствуя его активному развитию за счет создания рабочих мест и строительства жилья в окружающих территориальных системах, так и негативное влияние — способствовать «выкачиванию» ресурсов из окружающих территорий. Игнорирование данных эффектов, попытка формирования пространственных моделей по всей совокупности оцениваемых территорий приводит к усредненным и зачастую некорректным результатам.

Методический подход к поиску и обоснованию приоритетов пространственного развития сельского хозяйства в макрорегионе

Использованный в исследовании пространственных приоритетов развития растениевод-

ства и животноводства в макрорегионе методический подход на начальном этапе предполагает поиск ведущих центров размещения сельскохозяйственных производств с применением статистических методов анализа (индексов концентрации производимой отраслями продукции в макрорегионе и стандартных отклонений от среднего уровня), а также оценку динамики их развития.

На втором этапе для подтверждения установленных центров размещения сельскохозяйственных производств в макрорегионе будет проведен пространственный автокорреляционный анализ по методике П. Морана и методике четырех матриц пространственных весов (по линейным расстояниям, смежным границам и их нормированным версиям). Это позволит установить сформировавшиеся и формирующиеся полюса роста растениеводства и животноводства в макрорегионе, определить похожие территории с высоким объемом производимой продукции, потенциально способные сформировать пространственные кластеры в макрорегионе за счет своей территориальной близости, установить зоны сильного и умеренного влияния полюсов роста и пространственных кластеров, а также формирующиеся зоны их влияния. Более подробно особенности проведения данного анализа представлены в работе (Наумов и др., 2024). Пространственный автокорреляционный анализ позволит наметить пространственные приоритеты развития растениеводства и животноводства в макрорегионе.

На третьем этапе для оценки влияния полюсов роста на окружающее пространство предполагается формирование матриц локальных индексов пространственной автокорреляции Л. Анселина между муниципальными образованиями по отмеченным ранее матрицам пространственных весов. Это позволит выявить прямые и обратные пространственные взаимовлияния между имеющимися и потенциальными полюсами роста, пространственными кластерами и их зоной влияния в макрорегионе. На данном этапе возможна корректировка приоритетов пространственного развития отраслей, в частности, могут исключаться полюса роста, оказывающие негативное влияние на окружающее пространство.

На четвертом этапе исследования для обоснования оптимальности выбранных приоритетов пространственного развития отраслей сельского хозяйства предполагается формирование авторегрессионной модели с пространственным лагом (SAR) и применением четырех

матриц пространственных весов. Для их построения планируется использование двушагового метода обобщенных моментов (GMM) с инструментом весовой матрицы периода Уайта для контролирования гетероскедастичности, фиксированными эффектами времени (дамми переменными) и преобразованием данных с использованием первых разностей. Установленный в результате моделирования положительный пространственный лаг позволит подтвердить позитивное влияние ведущих центров растениеводства и животноводства на окружающие территории, корректность выбранных пространственных приоритетов развития данной отрасли экономики в макрорегионе, отрицательный пространственный лаг позволит установить полюса роста, которые не могут стать пространственным приоритетом развития отрасли из-за негативного влияния на окружающие территории, а статистически незначимый пространственный лаг позволит сделать вывод об отсутствии влияния полюсов роста на окружающие территории, подтвердит неэффективность выбранных приоритетов в данной области муниципальных образований.

На пятом этапе для детализации оценки пространственных эффектов в развитии сельского хозяйства внутри макрорегиона планируется формирование пространственных моделей по группе муниципальных образований с высоким уровнем пространственных взаимовлияний, в которую вошли полюса роста, территории, образующие пространственный кластер, а также зону их влияния на окружающее пространство. Оценка пространственных эффектов в данных моделях позволит скорректировать пространственные приоритеты развития сельского хозяйства в макрорегионе (выбрать в качестве приоритетов территории, отличающиеся положительными пространственными эффектами и исключить полюса роста с отрицательным пространственным лагом, которые способствуют истощению ресурсов, требующихся для развития отраслей сельского хозяйства в окружающих их территориях).

Такой подход позволит не только скорректировать очерченные в результате пространственного автокорреляционного анализа границы пространственных приоритетов развития сельского хозяйства в макрорегионе, установив негативные и позитивные взаимовлияния полюсов роста на окружающие их территории, но и подтвердить эффективность выбранных приоритетов экономико-математическими методами моделирования.

Пространственные особенности размещения сельскохозяйственных производств в Уральском федеральном округе

Размещение сельскохозяйственных производств в Уральском федеральном округе имеет ярко выраженную пространственную неоднородность (рис. 1). Пространственный автокорреляционный анализ показал, что значительная часть территории УрФО не используется для развития растениеводства и животноводства, подавляющее большинство предприятий данной отрасли экономики расположены в южной части макрорегиона, преимущественно в Челябинской, Курганской и Тюменской областях. Здесь сформировались два полюса роста в сфере растениеводства, отличающиеся повышенным по сравнению с окружающими территориями объемом производства продукции и сложившейся зоной влияния: г. Екатеринбург, в котором производится 2,1 % продукции макрорегиона, Ирбитское (1,2 %), и три полюса роста в сфере животноводства: г. Екатеринбург (3,1 %), Красноуфимский округ (0,6 %) и Нижнекаргинский район (1 %).

В макрорегионе, как показал пространственный автокорреляционный анализ, формируются и новые полюса роста в сфере растениеводства и животноводства. Данные муниципальные образования также характеризуются значительным объемом производства сельскохозяйственной продукции по сравнению с окружающими их территориями, но, в отличии от сложившихся полюсов роста, обладают менее значительным уровнем пространственных взаимовлияний с окружающим пространством. Так, потенциалом для формирования полюсов роста в сфере растениеводства обладают Октябрьский район в Челябинской области, в котором производится 2,1 % всей продукции данной отрасли в макрорегионе, округ Богданович (1,7 %), Белоярский (1,1 %), Аргаяшинский (1,1 %) и Карталинский районы (1 %). В сфере животноводства потенциалом формирования полюсов роста обладают Камышловский район, в котором производится 2,3 % всей продукции отрасли в макрорегионе, округа Рефтинский (2,3 %), Кетовский (1,3 %) и Тавдинский (0,8 %).

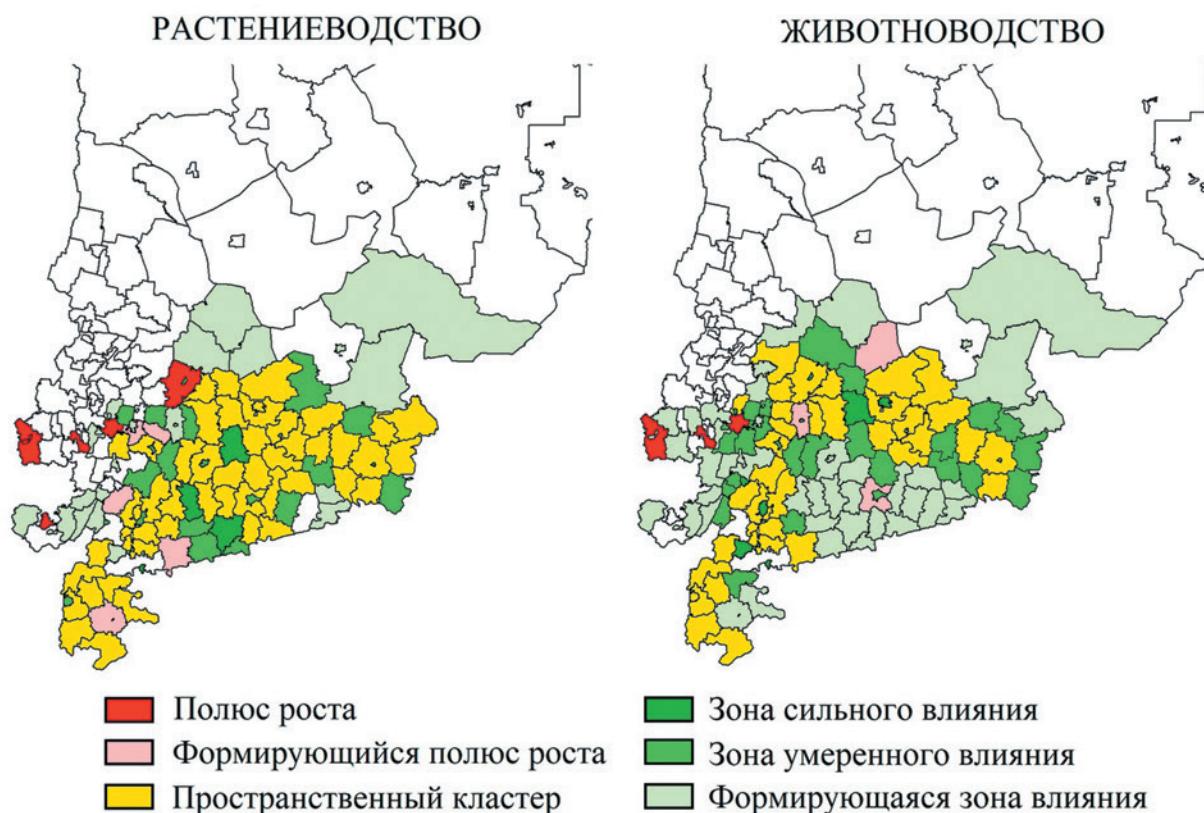


Рис. 1. Диаграмма П. Морана по производству продукции растениеводства и животноводства в муниципальных образованиях УрФО в 2022 г. (источник: составлено авторами по данным муниципальной статистики Росстата. <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/> (дата обращения: 08.07.2025)).

Fig. 1. P. Moran's Scatter Plot of Crop and Livestock Production in Municipalities of the Urals Federal District in 2022 (source: compiled by the authors based on data from the Municipal Statistics of Rosstat. <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/> (date of access: 08.07.2025)).

Сформированные матрицы локальных индексов пространственной автокорреляции Л. Анселина (LISA) показали, что не все полюса роста обладают тесными пространственными взаимовлияниями с окружающими их муниципальными образованиями (рис. 2).

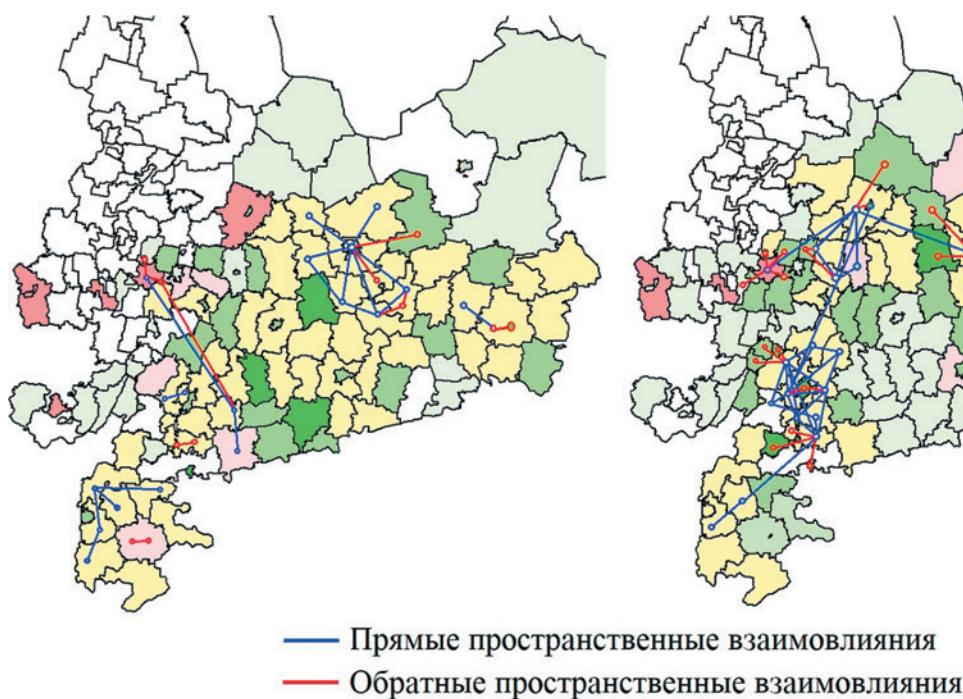
Прямые пространственные взаимовлияния, свидетельствующие о похожих тенденциях в развитии сельскохозяйственных производств, наблюдаются в сфере растениеводства между Октябрьским округом Челябинской области и г. Екатеринбург, Сафакулевским округом, а обратные взаимовлияния, свидетельствующие о противоположных тенденциях в их развитии, — между г. Екатеринбург и Среднеуральским, Арамильским округами, Октябрьским и Арамильским округами, Карталинским районом и Локомотивным округом. Наблюдаемые обратные взаимовлияния свидетельствуют об углублении пространственной неоднородности развития отрасли, о постепенном «сворачивании» производств на одной из взаимосвязанных территорий. Причинами формирования таких обратных пространственных взаимовлияний является недостаточный уровень развития транспортной, энергетической и инженерной инфраструктуры, социальной сферы

(удаленность учреждений здравоохранения, образования и культуры) в территориальных системах, дефицит кадров и финансовых ресурсов для осуществления предприятиями хозяйственной деятельности.

Как видно на рисунках 1 и 2, в окружении уже сформировавшихся полюсов роста в сфере растениеводства и животноводства образовалась зона умеренного влияния на окружающее пространство, а у отдельных полюсов роста она только формируется. Таким образом, сформировавшиеся в настоящее время центры сельскохозяйственного производства не оказывают значительного влияния на окружающие их территории, не развиваются кооперационные взаимосвязи между производителями данных территорий.

В окружении формирующихся полюсов роста располагаются территории со значительным объемом производства сельскохозяйственной продукции и высоким уровнем пространственных взаимовлияний, которые обладают потенциалом объединения в пространственный кластер. Формирование кооперационных взаимосвязей между ними ускорит процесс становления в макрорегионе новых полюсов роста и кластеров.

РАСТЕНИЕВОДСТВО



ЖИВОТНОВОДСТВО

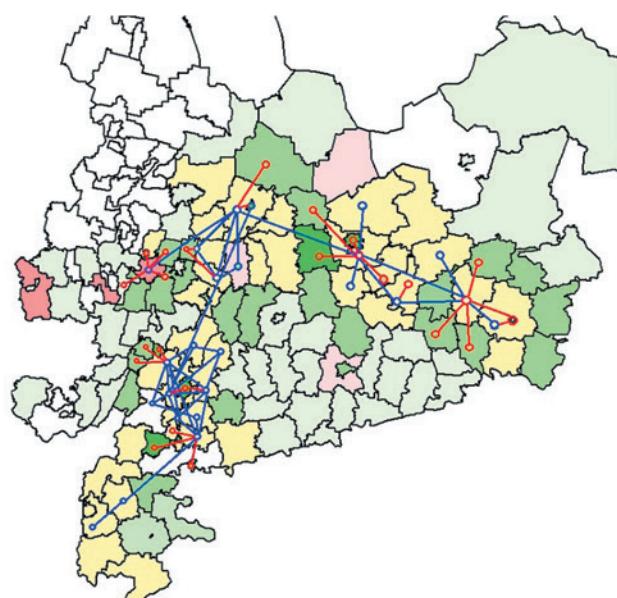


Рис. 2. Пространственные взаимовлияния муниципальных образований по объему производства сельскохозяйственной продукции в 2022 г. (источник: составлено авторами по матрицам Л. Анселина)

Fig. 2. Spatial Interactions between Municipalities in Terms of Agricultural Production Volume in 2022 (source: compiled by the authors using L. Anselin's matrices)

В сфере растениеводства, как показал автокорреляционный анализ, потенциалом объединения в пространственные кластеры обладают:

1) Брединский, Кизильский, Агаповский, Нагайбакский, Варненский, Уйский, Чесменский и Верхнеуральский районы в окружении формирующегося полюса роста Карталинского района на юге Челябинской области;

2) Челябинский, Копейский, Южноуральский округа, Увельский, Еманжелинский, Еткульский, Сосновский районы Челябинской области и округ Щучанский Курганской области в окружении формирующихся полюсов роста — Октябрьского и Аргаяшского районов;

3) Белозерский, Варгашинский, Далматовский, Каргапольский, Кетовский, Мишкинский, Мокроусовский, Половинский, Притобольный, Сафакулевский, Шадринский, Юргамышский округа в Курганской области, Абатский, Бердюжский, Викуловский, Голышмановский, Заводоуковский, Исетский, Ишимский, Казанский, Нижнетавдинский, Омутинский, Сорокинский округа и Тюменский, Упоровский, Юргинский, Ялуторовский районы в Тюменской области, вместе образующие большой пространственный кластер (рис. 1).

В настоящее время в макрорегионе реализуются проекты по формированию кластера в сфере растениеводства. Так, в Карталинском районе осуществляется строительство тепличного комплекса по выращиванию овощей, а также цеха по производству овощных консервов, в Аргаяшском районе на базе Совхоза Акбашевский реализуются проекты по выращиванию зерновых, картофеля, кормовых культур, внедряются новые сорта овощных культур, проводится модернизация картофелели овощехранилищ. Осуществляется межрайонная кооперация между Красноармейским и Аргаяшским районом.

В сфере животноводства потенциалом объединения в пространственные кластеры обладают:

1) Брединский, Кизильский, Агаповский, Нагайбакский, Верхнеуральский и Уйский округа на юге Челябинской области;

2) Октябрьский, Увельский, Еткульский, Еманжелинский, Кунашакский, Аргаяшский районы, Копейский округ в центральной части Челябинской области;

3) Алапаевское и Ирбитское образования, округа Артемовский, Богданович, Каменский, Пышминский, Сухой Лог, Талицкий, и Байкаловский район в окружении формирующегося полюса роста Свердловской области — Камышловского района;

4) Заводоуковский округ, Исетский, Нижнетавдинский, Тюменский, Упоровский, Юргинский, Ялуторовский и Ярковский районы в центральной части Тюменской области;

5) Голышмановский, Ишимский и Казанский районы в южной части Тюменской области (рис. 1).

В настоящее время в макрорегионе функционирует пространственный кластер производителей мясной продукции — свинокомплекс Уральский, расположенный в Богдановичском и Камышловском районах Свердловской области, обладающий производственной площадкой в Курганской области. На территории Каменского района функционирует кластер молочного и мясного животноводства — АО «Каменское», объединяющее свыше 15 тыс. га посевых площадей для зерновых культур.

Приоритеты пространственного развития отраслей сельского хозяйства в Уральском федеральном округе

Исследование показало, что большинство сформировавшихся в УрФО полюсов роста в сфере растениеводства и животноводства, в частности, Красноуфимский и Усть-Катавский округа, Нижнесергинский район, а также ряд формирующихся полюсов роста не имеют тесных пространственных взаимовлияний с окружающим пространством, поэтому основным приоритетом пространственного развития данных отраслей сельского хозяйства в федеральном округе должно стать развитие кооперационных взаимосвязей центров производства с окружающим пространством. Это необходимо для более эффективной и быстрой передачи импульсов от полюсов роста окружающим территориям.

В макрорегионе формируются новые полюса роста в сфере растениеводства (на территории округов Белоярский, Богданович и муниципальных районов Карталинский, Октябрьский и Аргаяшский), в сфере животноводства (на территории Камышловского района, округов Рефтинский, Тавдинский и Кетовский). Их становление также должно стать приоритетом пространственного развития отраслей сельского хозяйства, т. к. это будет способствовать снижению их уровня пространственной неоднородности и повышению продовольственной безопасности территории.

Сформированные матрицы Л. Анселина показали, что территории, обладающие потенциалом формирования пространственных кластеров, не обладают пространственными взаимовлияниями, поэтому для ускорения про-

цессов их образования пространственным приоритетом должно стать и развитие кооперационных взаимосвязей сельскохозяйственных производителей между муниципальными образованиями внутри кластеров.

Приоритетом на долгосрочную перспективу должно стать развитие транспортной, энергетической и инженерной инфраструктуры, строительство объектов социальной сферы, а также оказание государственной финансовой поддержки сельскохозяйственным производителям в муниципальных образованиях, обладающих обратными пространственными взаимовлияниями (отмечены красным цветом на рисунке 2). Поддержка производителей доступным кредитованием, бюджетным субсидированием и создание комфортной среды для привлечения квалифицированных кадров остановят процессы «сворачивания» сельскохозяйственных производств и дадут толчок для развития отрасли сельского хозяйства в таких муниципальных образованиях, приведут к становлению и развитию прямых (положительных) пространственных взаимовлияний с окружающими территориями.

Для оценки эффективности предложенных приоритетов пространственного развития растениеводства и животноводства в УрФО были построены пространственные авторегрессионные модели (табл. 1). В результате моделирования был установлен положительный пространственный лаг, подтверждающий влияние полюсов роста и кластеров на окружающее пространство в отрасли растениеводства и его отсутствие в сфере животноводства. Отсутствие пространственных эффектов в развитии сферы животноводства в макрорегионе обусловлено ее значительной пространственной неоднородностью развития, изолированностью пространственных кластеров и отсутствием сформировавшихся зон влияния у полюсов роста. Для детализации исследования пространственных эффектов в развитии отраслей сельского хозяйства аналогичные модели были построены по группам муниципальных образований. В первую группу вошли территории, отнесенные к полюсам роста, пространственным кластерам и зонам их влияния, выбранные нами в качестве пространственных приоритетов развития растениеводства

Параметры пространственной авторегрессионной модели (SAR) зависимости объема произведенной сельскохозяйственной продукции по группам муниципальных образований УрФО *

Parameters of the spatial autoregressive (SAR) model describing the volume of agricultural output across groups of municipalities in the Ural Federal District

Таблица 1

Table 1

Переменные	Растениеводство			Животноводство		
	Общая модель	Первая группа	Вторая группа	Общая модель	Первая группа	Вторая группа
A(-1) — константа	-0,11	0,08***	-0,13	-0,02	0,05	0,01
WY — пространственный лаг объема произведенной продукции, тыс. руб.	2,43*	0,91***	0,17	0,18	-0,6**	0,13
Ln(X1) — логарифм количества сельскохозяйственной техники в организациях, ед.	0,46	—	0,02	0,18	0,03	-0,61
Ln(X2) — логарифм объема посевных площадей сельскохозяйственных культур, га	-0,10	0,29***	0,03	-0,09	0,14	-0,17
Ln(X3) — логарифм площади многолетних насаждений, га	0,02	0,04***	-0,01	0,06	0,01	0,24
Ln(X4) — логарифм объема внесенных минеральных удобрений, центнер	-0,03	0,00	0,13	-0,03	0,03	0,32
Ln(X5) — логарифм оборота общественного питания, тыс. руб.	0,02	0,00	0,06	0,11*	-0,01	0,08
Ln(X6) — логарифм объема всех продовольственных товаров, тыс. руб.	0,08	0,59***	-0,08	0,08	0,01	0,46
Ln(X7) — логарифм среднемесячной заработной платы работников, руб.	0,00	-0,01	0,11	0,00	0,05	0,12
X8 — удельный вес убыточных организаций, %	-0,02	-0,01**	-0,02	-0,01	0,01	0,02
Ln (X9) — логарифм объема кредиторской задолженности организаций, млн руб.	-0,03	—	-0,07	-0,04	-0,12	-0,05

Окончание табл. 1 на след. стр.

Окончание табл. 1

Переменные	Растениеводство			Животноводство		
	Общая модель	Первая группа	Вторая группа	Общая модель	Первая группа	Вторая группа
Ln(X10) — логарифм среднесписочной численности работников, чел.	—	—	0,54	—	—	—
Ln(X11) — логарифм объема инвестиций в основной капитал за счет средств местного бюджета, тыс. руб.	-0,02	—	0,12	0,12	0,08*	0,04
Ln(X12) — логарифм объема инвестиций предприятий в основной капитал, тыс. руб.	-0,03	—	-0,06	-0,05	—	-0,11
Ln(X13) — логарифм миграционного прироста, чел.	—	0,003	-0,01	-0,02	-0,01	0,04
Ln(X14) — логарифм объема введенных в действие жилых домов, м ²	0,78***	0,06	0,76***	0,18**	—	0,60
Ln(X15) — логарифм объема введенных индивидуальных жилых домов, м ²	-0,18	—	0,01	—	0,42*	-0,1***
Ln(X16) — логарифм числа мест в организациях дошкольного образования, шт.	-0,09	—	0,20	-0,17	—	-0,17
Ln(X17) — логарифм числа источников теплоснабжения, ед.	0,96*	0,15	0,54	2,01	-0,04	1,13
Ln(X18) — логарифм протяженности тепловых и паровых сетей, м	—	—	0,53	—	—	—
Ln(X19) — логарифм протяженности уличной водопроводной сети, м	—	—	-0,44	—	—	-0,16
Ln(X20) — логарифм протяженности уличной газовой сети, м	-0,03	—	0,03	-0,11	0,03	-0,07
Ln(X21) — логарифм протяженности уличной канализационной сети, м	-0,16	—	-0,03	—	0,07	—
Ln(X22) — логарифм протяженности улиц, проездов, набережных, км	-0,07	-0,01	-0,19	0,07	-0,02	0,31
Ln(X23) — логарифм объема затрат на охрану окружающей среды, тыс. руб.	0,73	—	0,56	0,03	-0,02	0,67
Ln(X24) — логарифм среднемесячной заработной платы работников, тыс. руб.	-0,02	-0,02	0,05	0,01	-0,01	0,00
Ln(X25) — логарифм протяженности замененной канализационной сети, м	-0,06	-0,02	—	0,03	-0,02	0,05
Ln(X26) — логарифм протяженности замененных тепловых и паровых сетей, м	0,07	0,00	-0,07	-0,06	—	-0,05
Ln(X27) — логарифм числа лечебно-профилактических организаций, ед.	0,11	0,10***	0,16	0,05	-0,02	0,08
Ln(X28) — логарифм объема вывезенных коммунальных отходов, тыс. м ³	0,36*	0,16***	-0,05	—	-0,09	-0,34
Ln(X29) — логарифм объема затрат на охрану окружающей среды, тыс. руб.	0,00	—	—	0,01	0,02	-0,10
S.E. of regression	0,98	0,62	1,02	1,05	0,54	1,34
Sum squared resid	2068	373	1175	2355	261	2128
Sargan-Hansen test (J-statistic)	22,35	55,99	26,62	25,57	25,43	23,89
Prob (J-statistic)	0,99	0,2	0,89	0,97	0,98	0,96
Arellano-Bond Test: AR (1)	-3,0***	-3,9***	-3,1***	-2,4**	-1,7*	-1,9*
AR (2)	-2,2**	7,5***	-0,7	-2,3**	0,8	-2,9***

Примечание: Transformation: First Differences. White diagonal instrument weighting matrix. White period standard errors & covariance. Уровень значимости коэффициентов: * — $p < 0,1$; ** — $p < 0,05$; *** — $p < 0,01$.

Источник: составлено авторами.

и животноводства в макрорегионе, а во вторую группу — удаленные от них территории.

Формирование таких моделей подтвердило наличие положительного пространственного

лага — пространственных эффектов в развитии сферы растениеводства в первой группе муниципальных образований, полюса роста и пространственные кластеры в данной отрасли сель-

ского хозяйства оказывают положительное влияние на развитие данной отрасли в окружающих муниципальных образованиях, и это подтверждает эффективность выбранных пространственных приоритетов. Построенная модель позволила установить и ключевые факторы развития отрасли растениеводства в пространственно взаимосвязанных муниципальных образованиях макрорегиона: рост объема посевных площадей сельскохозяйственных культур, многолетних насаждений, объема произведенных продовольственных товаров, числа лечебно-профилактических организаций, объема вывезенных твердых бытовых коммунальных отходов, а также снижение удельного веса убыточных организаций. Поэтому для развития данной отрасли сельского хозяйства в макрорегионе требуется и развитие инженерной инфраструктуры (ЖКХ), социальной сферы (здравоохранения), финансовая поддержка сельскохозяйственных предприятий.

Детализация оценки пространственных эффектов по группам муниципальных образований показала, что сформировавшиеся в макрорегионе полюса роста и пространственные кластеры в отрасли животноводства оказывают негативное влияние на окружающие их территориальные системы, способствуют углублению отмеченной пространственной неоднородности их размещения, концентрации производств в крупных муниципальных образованиях (ближе к рынкам сбыта продукции), постепенной деградации сельскохозяйственных производств в удаленных от них территориальных системах, снижению их продовольственной безопасности. Этому также способствует и возрастающий объем выделяемых муниципальными образованиями инвестиций в основной капитал за счет средств местного бюджета и введенных в эксплуатацию индивидуальных жилых домов (табл. 1), т. е. создаваемая в крупных муниципальных образованиях и их ближайшем окружении комфортная среда и инфраструктура для осуществления производственной деятельности. Поэтому для сглаживания существующей пространственной неоднородности в развитии сферы животноводства и перемещения производств на удаленные от полюсов роста территории, обеспечения их кадровыми ресурсами необходимо развитие в них транспортной, энергетической и инженерной инфраструктуры, оказание государственной финансовой поддержки производителей, а также развитие кооперационных взаимосвязей с крупнейшими производственными центрами отрасли.

Обсуждение

Представленный в работе методический подход к оценке приоритетов пространственной организации и развития отраслей сельского хозяйства предполагает детализацию моделируемых пространственных эффектов, возникающих в результате воздействия полюсов роста и пространственных кластеров на окружающие территории. Такой подход может быть применен и для оценки пространственных эффектов для отдельно формирующихся пространственных кластеров и полюсов роста, это позволит более обоснованно подойти к выбору пространственных приоритетов развития отраслей.

Заключение

На основании проведенного исследования авторы пришли к следующим выводам. Теоретический обзор публикаций позволил сделать вывод об использовании авторами стандартных методов и инструментов статистического анализа, таких как методы статистической группировки, метод индексов, методы факторного и кластерного анализа и т. д., а также классических методов моделирования. Вместе с тем, для моделирования ключевых приоритетов развития отраслей растениеводства и животноводства необходимо использовать более комплексный подход, включающий инструментарий пространственного эконометрического анализа. В исследовании был апробирован авторский методический подход, предполагающий выявление имеющихся и потенциальных полюсов роста, пространственных кластеров среди производств продукции растениеводства и животноводства в муниципальных образованиях УрФО. На основании диаграммы П. Морана по производству продукции растениеводства и животноводства в муниципальных образованиях УрФО был сделан вывод о наличии ярко выраженной пространственной неоднородности размещения сельскохозяйственных производств, их концентрации в южной части макрорегиона (Челябинская, Курганская, Тюменская области). Матрицы Л. Анселина позволили установить, что не все полюса роста обладают пространственными взаимовлияниями с окружающими их муниципальными образованиями, поэтому в качестве одного из важнейших пространственных приоритетов развития данных отраслей необходимо рассматривать развитие кооперационных взаимосвязей центров производства с окружающим пространством. В целях снижения уровня пространственной неод-

нородности развития растениеводства и животноводства в макрорегионе и повышения продовольственной безопасности необходимо формирование новых полюсов роста. Наконец, в долгосрочной перспективе в качестве приоритета необходимо рассматривать развитие кооперационных взаимосвязей между территориями внутри выявленных пространственных кластеров.

Для оценки эффективности предложенных приоритетов пространственного развития растениеводства и животноводства в УрФО были построены пространственные авторегрессионные модели. Положительный пространственный лаг в этой модели отражает позитивное влияние центров роста и кластеров растениеводства на смежные территории, что подчеркивает наличие пространственных взаимосвязей между ними и подтверждает эффективность выявленных пространственных приоритетов. Наличие отрицательного пространственного лага в модели, описывающей факторы, влияющие на животноводство, свидетельствует о деструктивном

влиянии полюсов роста на окружающие территории, что усугубляет пространственную дифференциацию развития отрасли в рамках территориальных образований. Следовательно, в сложившейся ситуации наиболее эффективным приоритетом пространственного развития отрасли является не создание новых центров притяжения, а углубление кооперационных связей между уже функционирующими субъектами и окружающим пространством, финансовая поддержка сельскохозяйственных производителей и развитие инфраструктуры, объектов социальной сферы в муниципальных образованиях, в которых наблюдается отрицательная динамика производства сельскохозяйственной продукции и отток кадров.

Полученные в ходе исследования результаты могут быть использованы органами власти для разработки политики, направленной на стгаживание пространственной неоднородности размещения сельскохозяйственных производств и повышение уровня продовольственной безопасности в субъектах УрФО.

Список источников

- Асалханов, П. Г., Иваньо, Я. М., Полковская, М. Н. (2017). Модели прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в задачах параметрического программирования. *Вестник Иркутского государственного технического университета*, 21(2), 57–66. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-2-57-66>
- Винничек, Л. Б., Зарук, Н. Ф. (2022). Методические подходы к оценке эффективного размещения производства органической продукции растениеводства. *Московский экономический журнал*, 7(11), 29. https://doi.org/10.55186/2413046X_2022_7_11_683
- Горбатовский, А. В., Горбатовская, О. Н. (2017). Теоретические и прикладные аспекты размещения и специализации отраслей животноводства. *Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси*, (45), 28–38.
- Зарук, Н. Ф., Кагирова, М. В., Харитонова, А. Е., Романцева, Ю. Н., Коломеева, Е. С., Микунов, Р. А. (2022). Эффективное размещение производства органической продукции растениеводства по регионам России. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*, (3), 90–112. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-3-90-112>
- Иванова, Т. Б., Горшкова, О. П., Тлисов, А. Б. (2017). Специфика пространственного размещения предприятий агропромышленного комплекса в Волгоградской области. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*, 7(2В), 265–282.
- Кожевников, С. А., Патракова, С. С. (2022). Приоритеты и инструменты обеспечения внутрирегиональной интеграции пространства по линии «город — село». *Вопросы управления*, (2(75)), 76–90. <https://doi.org/10.22394/2304-3369-2022-2-76-90>
- Кузнецова, Н. А., Асташова, Е. А., Зинич, Л. В. (2024). Практические рекомендации по совершенствованию территориальной специализации и пространственному размещению сельского хозяйства. *Экономика, предпринимательство и право*, 14(11), 6625–6638. <https://doi.org/10.18334/errp.14.11.122095>
- Наумов, И. В., Никулина, Н. Л., Барыбина, А. З., Бычкова, А. А., Красных, С. С., Пономарева, А. О., Седельников, В. М. (2024). *Приоритеты пространственного развития Уральского федерального округа: коллективная монография*. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 453.
- Патракова, С. С. (2022). Оценка внутрирегиональной асимметрии сельскохозяйственного производства Вологодской области. *Проблемы развития территории*, 26(1), 27–42. <https://doi.org/10.15838/ptd.2022.1.117.3>
- Силаева, Л. П., Алексеев, С. А., Дидаик, А. С. (2025). Стратегические направления пространственного развития животноводства. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*, 27(4), 145–154. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2025-27-4-145-154>
- Тюнен, И. Г. (1926). *Изолированное государство*. Москва: Экономическая жизнь, 326.
- Холодова, М. А. (2022). Диагностика условий пространственного размещения отрасли растениеводства. *Аграрный вестник Урала*, (5(220)), 93–102. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-220-05-93-102>
- Якунина, З. В. (2023). Пространственная организация производства картофеля и овощей в стране. *Russian Journal of Management*, 11(2), 200–206. <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2023-11-2-200-206>

- Cerqueti, R., Maranzano, P., & Mattera, R. (2025). Spatially-Clustered Spatial Autoregressive Models with Application to Agricultural Market Concentration in Europe. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*, 30(2), 431–465. <https://doi.org/10.1007/s13253-024-00672-4>
- Chen, X., Zhou, J., Xing, L., Wang, H., & Lu, J. (2023). Spatiotemporal evolution and driving factors of the coupling coordination between county land urbanization and grain production: the case of Jiangsu province, China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1179551>
- Dong, Y., Qi, C., Gu, Y., Gui, C., & Fang, G. (2024). Citrus Industry Agglomeration and Citrus Green Total Factor Productivity in China: An Empirical Analysis Utilizing a Dynamic Spatial Durbin Model. *Agriculture*, 14(11), 2059. <https://doi.org/10.3390/agriculture14112059>
- Estanislau, P., Goebel, M.A., Staduto, J.a.R., & Kreter, A.C. (2021). Spatial distribution of agricultural farms led by women in Brazil. *Revista De Economia E Sociologia Rural*, 59(3), e222800. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.222800>
- Ghorbani, M., Kulshreshtha, S., Radmehr, R., & Dadrasoghaddam, A. (2020). Identification of Bio-Components Influencing Wheat Yields: Application of Spatial Regression Model. *HSAO Journal of Agronomy and Agricultural Science*, 3(1), 022. <https://doi.org/10.24966/aas-8292/100022>
- Han, J., Shen, L., & Li, C. (2024). Can crop production agglomeration reduce carbon emissions? — empirical evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1516238. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1516238>
- Larue, S., Abildtrup, J., & Schmitt, B. (2008). Modelling the Spatial Structure of Pig Production in Denmark. *54th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International*, 1–28.
- Li, M., Guo, Z., & Zhang, W. (2022). A novel seasonal-spatial integrated model for improving the economic-environmental performance of crop production. *MethodsX*, 9, 101906. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101906>
- Ran, D., Zhang, Z., & Jing, Y. (2022). A Study on the Spatial — Temporal Evolution and Driving Factors of Non-Grain Production in China's Major Grain-Producing Provinces. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16630. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416630>
- Ulimwengu, J., & Sanyal, P. (2013). Is Agricultural Production Spillover the Rationale behind CAADP Framework? Spatial Panel Model Approach. *Modern Economy*, 4(5), 391–402. <https://doi.org/10.4236/me.2013.45041>
- Xiao, S., He, Z., Zhang, W., & Qin, X. (2022). The Agricultural Green Production following the Technological Progress: Evidence from China. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*, 19(16), 9876. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169876>
- Yang, J. (2024). Research on the Impact and Spillover Effects of Urbanization Process on Grain Production: Empirical Study based on Spatial Durbin Model. *Frontiers in Sustainable Development*, 4(9), 63–73. <https://doi.org/10.54691/6cq3gv27>

References

- Asalkhanov, P.G., Ivanio, Ya.M., & Polkovskaya, M.N. (2017). Crop yield predictive models in parametric programming problems. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta [Proceedings of Irkutsk State Technical University]*, 21(2), 57–66. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-2-57-66> (In Russ.)
- Cerqueti, R., Maranzano, P., & Mattera, R. (2025). Spatially-Clustered Spatial Autoregressive Models with Application to Agricultural Market Concentration in Europe. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*, 30(2), 431–465. <https://doi.org/10.1007/s13253-024-00672-4>
- Chen, X., Zhou, J., Xing, L., Wang, H., & Lu, J. (2023). Spatiotemporal evolution and driving factors of the coupling coordination between county land urbanization and grain production: the case of Jiangsu province, China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1179551>
- Dong, Y., Qi, C., Gu, Y., Gui, C., & Fang, G. (2024). Citrus Industry Agglomeration and Citrus Green Total Factor Productivity in China: An Empirical Analysis Utilizing a Dynamic Spatial Durbin Model. *Agriculture*, 14(11), 2059. <https://doi.org/10.3390/agriculture14112059>
- Estanislau, P., Goebel, M.A., Staduto, J.a.R., & Kreter, A.C. (2021). Spatial distribution of agricultural farms led by women in Brazil. *Revista De Economia E Sociologia Rural*, 59(3), e222800. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.222800>
- Ghorbani, M., Kulshreshtha, S., Radmehr, R., & Dadrasoghaddam, A. (2020). Identification of Bio-Components Influencing Wheat Yields: Application of Spatial Regression Model. *HSAO Journal of Agronomy and Agricultural Science*, 3(1), 022. <https://doi.org/10.24966/aas-8292/100022>
- Gorbatovskii, A.V., & Gorbatovskaya, O.N. (2017). Theoretical and applied aspects of the location and specialization of livestock industries. *Ekonomicheskie voprosi razvitiya selskogo khozyaistva Belarusi [Economic Issues of Agricultural Development in Belarus]*, (45), 28–38. (In Russ.)
- Han, J., Shen, L., & Li, C. (2024). Can crop production agglomeration reduce carbon emissions? — empirical evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1516238. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1516238>
- Ivanova, T.B., Gorshkova, O.P., & Tlisov, A.B. (2017). Specifics of spatial placement of the enterprises of agro-industrial complex in the Volgograd region. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow]*, 7(2B), 265–282. (In Russ.)
- Kholodova, M.A. (2022). Diagnostics of the crop industry spatial distribution conditions. *Agrarnii vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, (5(220)), 93–102. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-220-05-93-102> (In Russ.)

- Kozhevnikov, S.A., & Patrakova, S.S. (2022). Priorities and tools for ensuring intra-regional space integration along the “urban-rural” line. *Voprosi upravleniya [Management Issues]*, (2(75)), 76–90. <https://doi.org/10.22394/2304-3369-2022-2-76-90> (In Russ.)
- Kuznetsova, N.A., Astashova, E.A., & Zinich, L.V. (2024). Practical recommendations for improving the territorial specialization and spatial distribution of agriculture. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo [Journal of Economics, Entrepreneurship and Law]*, 14(11), 6625–6638. <https://doi.org/10.18334/epp.14.11.122095> (In Russ.)
- Larue, S., Abildtrup, J., & Schmitt, B. (2008). Modelling the Spatial Structure of Pig Production in Denmark. *54th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International*, 1–28.
- Li, M., Guo, Z., & Zhang, W. (2022). A novel seasonal-spatial integrated model for improving the economic-environmental performance of crop production. *MethodsX*, 9, 101906. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101906>
- Naumov, I.V., Nikulina, N.L., Barybina, A.Z., Bychkova, A.A., Krasnykh, S.S., Ponomareva, A.O., & Sedelnikov, V.M. (2024). *Priority prostranstvennogo razvitiya Ural'skogo federal'nogo okruga: kollektivnaja monografija [Priorities of the spatial development of the Ural Federal District: A collective monograph]*. Ekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 453. (In Russ.)
- Patrakova, S.S. (2022). Assessing intraregional asymmetry of agricultural production in the Vologda Oblast. *Problemi razvitiya territorii [Problems of Territory's Development]*, 26(1), 27–42. <https://doi.org/10.15838/ptd.2022.1.117.3> (In Russ.)
- Ran, D., Zhang, Z., & Jing, Y. (2022). A Study on the Spatial – Temporal Evolution and Driving Factors of Non-Grain Production in China's Major Grain-Producing Provinces. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16630. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416630>
- Silueva, L.P., Alekseev, S.A., & Didyk, A.S. (2025). Strategic directions for spatial development of animal husbandry. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]*, 27(4), 145–154. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2025-27-4-145-154> (In Russ.)
- Ulimwengu, J., & Sanyal, P. (2013). Is Agricultural Production Spillover the Rationale behind CAADP Framework? Spatial Panel Model Approach. *Modern Economy*, 4(5), 391–402. <https://doi.org/10.4236/me.2013.45041>
- Vinnichek, L.B., & Zaruk, N.F. (2022). Methodological approaches to assessing the effective placement of organic crop production. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal [Moscow Economic Journal]*, 7(11), 29. https://doi.org/10.55186/2413046X_2022_7_11_683 (In Russ.)
- von Tunen, I.H. (1926). *Izolirovannoe gosudarstvo [The Isolated State]*. Moscow: Economic zhizn' Publ., 326. (In Russ.)
- Xiao, S., He, Z., Zhang, W., & Qin, X. (2022). The Agricultural Green Production following the Technological Progress: Evidence from China. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*, 19(16), 9876. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169876>
- Yakunina, Z.V. (2023). Spatial organization of potato and vegetable production in the country. *Russian Journal of Management*, 11(2), 200–206. <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2023-11-2-200-206> (In Russ.)
- Yang, J. (2024). Research on the Impact and Spillover Effects of Urbanization Process on Grain Production: Empirical Study based on Spatial Durbin Model. *Frontiers in Sustainable Development*, 4(9), 63–73. <https://doi.org/10.54691/6cq3gv27>
- Zaruk, N.F., Kagirova, M.V., Kharitonova, A.E., Romantseva, Yu.N., Kolomeeva, E.S., & Migunov, R.A. (2022). Efficient location of organic crop production by regions of Russia. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy]*, (3), 90–112. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-3-90-112> (In Russ.)

Информация об авторах

Наумов Илья Викторович — кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, руководитель Лаборатории моделирования пространственного развития территорий, Институт экономики УрО РАН; Scopus Author ID: 57204050061; <http://orcid.org/0000-0002-2464-6266> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: naumov.iv@uiec.ru).

Седельников Владислав Михайлович — младший научный сотрудник Лаборатории моделирования пространственного развития территорий, Институт экономики УрО РАН; Scopus Author ID: 57223134382; <https://orcid.org/0000-0003-0494-2647> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: vms-1990@mail.ru).

About the authors

Ilya V. Naumov — Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Senior Research Associate, Head of the Laboratory of Modelling of the Spatial Development of the Territories, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; Scopus Author ID: 57204050061; <http://orcid.org/0000-0002-2464-6266> (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: naumov.iv@uiec.ru).

Vladislav M. Sedelnikov — Junior Researcher of the Laboratory of Modelling of the Spatial Development of the Territories, Institute of Economics of the Ural Branch of the RAS; Scopus Author ID: 57223134382; <https://orcid.org/0000-0003-0494-2647> (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: vms-1990@mail.ru).

Использование средств ИИ

Авторы заявляют о том, что при написании этой статьи не применялись средства генеративного искусственного интеллекта.

Use of AI tools declaration

All authors declare that they have not used Artificial Intelligence (AI) tools for the creation of this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 10.07.2025.

Received: 10 Jul 2025.

Прошла рецензирование: 15.09.2025.

Reviewed: 15 Sep 2025.

Принято решение о публикации: 01.10.2025.

Accepted: 01 Oct 2025.