

ЗВКБАА

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БАЛТИЙСКИХ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ГЛОБАЛЬНОГО И ЛОКАЛЬНОГО ИНДЕКСА МОРАНА

С. С. Красных 

Институт экономики Уральского отделения
Российской академии наук,
620014, Россия, Екатеринбург, ул. Московская, 29

Поступила в редакцию 01.05.2025 г.
Принята к публикации 23.07.2025 г.
doi: 10.5922/2079-8555-2025-3-6
© Красных С. С., 2025

Обрабатывающая промышленность балтийских регионов России столкнулась с серьезными глобальными вызовами в последние годы, включая пандемию COVID-19 и санкционное давление западных стран. Цель исследования заключается в выявлении пространственно-временных эффектов данных внешних шоков на динамику промышленности Санкт-Петербурга, Ленинградской и Калининградской областей и установлении локальных кластеров промышленного роста и спада. Методологической основой выступил пространственный анализ с применением дифференциального глобального и локального индекса Морана, позволяющего оценить пространственную автокорреляцию изменений промышленного производства на муниципальном уровне в период 2019–2023 гг. В качестве исходных данных использованы официальные статистические данные Росстата, нормализованные (очищенные от инфляции) относительно докризисного уровня. Исследование выявило значительную неоднородность реакции регионов: в Калининградской области сформировались обширные зоны упадка из-за высокой зависимости от импорта, в то время как отдельные муниципалитеты Ленинградской области продемонстрировали рост благодаря диверсификации производства и мерам государственной поддержки. Полученные результаты позволили выявить локальные полюса промышленного спада и роста, отражающие значительные пространственные диспропорции в устойчивости промышленности балтийских регионов.

Ключевые слова:

балтийские регионы, обрабатывающая промышленность, муниципалитеты, пространственно-временная автокорреляция, пандемия, санкции

Введение

Балтийские регионы (г. Санкт-Петербург, Ленинградская и Калининградская области) традиционно играют важную роль в экономике страны. Санкт-Петербург является крупным промышленным, научным и транспортным центром Балтийского побережья России. Ленинградская область примыкает к Санкт-Петербургу и обладает развитым машиностроением и агропромышленным комплексом, а

Для цитирования: Красных С. С. Пространственный анализ обрабатывающей промышленности Балтийских регионов на основе глобального и локального индекса Морана // Балтийский регион. 2025. Т. 17, № 3. С. 102–122. doi: 10.5922/2079-8555-2025-3-6

Калининградская область — российская прибрежная область, специализирующаяся на судостроении, пищевой и легкой промышленности. Все три региона известны высокоразвитой обрабатывающей промышленностью и активными внешнеторговыми связями (в частности, Калининград — резидент особой экономической зоны с интенсивной внешней торговлей) [1].

В последние годы обрабатывающая промышленность России столкнулась с двумя ключевыми внешними шоками: пандемией COVID-19 и беспрецедентными западными санкциями. Пандемия вызвала резкие разрывы в глобальных цепочках поставок и снижение спроса (например, в 2020—2021 гг. спад мирового ВВП и промышленного производства) [2]. Одновременно вводились локдауны, ограничивая деятельность предприятий. Санкционное давление ограничило доступ к зарубежным рынкам технологий и капиталов, вызывая перебои с импортом (особенно высокотехнологичного и комплектующих) [3]. В результате в 2022—2023 гг. в России наблюдалось разнонаправленное развитие отраслей: одни регионы и сектора (добывающие, высокотехнологичные) демонстрировали рост, а другие (включая машиностроение) испытывали трудности.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью выявления пространственных закономерностей реакции обрабатывающей промышленности на системные внешние шоки — пандемию COVID-19 и санкционное давление. Балтийские регионы — важные промышленные узлы и зоны внешнеэкономической активности, в значительной степени интегрированные в глобальные производственные и логистические цепочки. В условиях резкого разрыва этих связей остро встал вопрос о степени устойчивости территорий с различной отраслевой структурой и логистическим положением. При этом реакция экономики на кризисы имеет выраженную пространственную неоднородность, что требует применения методов пространственного анализа, способных выявить как очаги спада, так и полюса роста. Сочетание геоаналитики и муниципального уровня анализа позволяет уточнить региональную картину кризисных изменений и выработать адресные меры поддержки промышленности. Цель исследования — выявить пространственно-временные эффекты внешних шоков на динамику обрабатывающей промышленности балтийских регионов России и установить локальные кластеры промышленного роста и спада на муниципальном уровне с использованием методов пространственного анализа, в частности дифференциального индекса Морана.

Для реализации данной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести обзор теоретических и методологических подходов пространственного анализа, применимых к исследованию промышленной динамики на региональном и муниципальном уровнях;
- оценить пространственно-временную автокорреляцию изменений промышленного производства с использованием дифференциального локального индекса Морана (LISA), выявить кластеры роста и спада на муниципальном уровне;
- сформулировать рекомендации по территориально-дифференцированной промышленной политике, направленной на преодоление последствий кризисов и повышение устойчивости обрабатывающей промышленности в балтийских регионах.

Отметим, что настоящее исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, пространственный автокорреляционный анализ проводится на агрегированных данных по обрабатывающей промышленности без отраслевой детализации. Во-вторых, для муниципалитетов применялся единый дефлятор, соответствующий определенному региону, поскольку отсутствуют локальные индексы потребительских цен для каждого из муниципальных образований. В-третьих, применяемый дифференциальный локальный индекс Морана фиксирует лишь пространственные паттерны

изменений и не раскрывает детерминанты обнаруженных различий, поэтому для выявления данных различий необходим дополнительный анализ. Указанные ограничения определяют направления дальнейших исследований.

Теоретический обзор

Мировая обрабатывающая промышленность понесла серьезные потери из-за пандемии. Исследования указывают, что пандемия вызвала перебои с поставками, вынужденное закрытие заводов и значительные логистические задержки. Влияние было неоднородным: в одних секторах (например, производство средств индивидуальной защиты, электронных компонентов) был взрывной рост, а в других (автомобильная промышленность, авиастроение) — резкое падение. Одновременно по мере адаптации правительств и бизнеса эффект кризиса снижался [2]. Глобальные отчеты МВФ подчеркивали: промышленное производство начало восстанавливаться уже во второй половине 2021 г., став особенно устойчивым в Китае и России¹.

В России влияние пандемии на регионы также оказалось неоднородным. Крупные города, такие как Москва и Санкт-Петербург, несмотря на высокую заболеваемость и уязвимость сектора услуг, продемонстрировали относительную экономическую устойчивость благодаря диверсифицированной экономике, высокому инновационному потенциалу и развитой цифровой инфраструктуре. Это позволило компенсировать спад в одних отраслях ростом в других, особенно в IT и фармацевтике. В то же время регионы с узкой отраслевой специализацией, особенно ориентированные на автопром и топливно-энергетический комплекс, испытали более глубокий экономический спад из-за снижения глобального спроса [5]. Отмечается, что структурные особенности российской экономики: низкая доля непродовольственных услуг и малого бизнеса, а также ограниченное развитие финансового сектора — способствовали снижению негативного воздействия кризиса. Кроме того, менее строгие ограничения в отраслях, таких как сельское хозяйство, строительство и сырьевой сектор, позволили сохранить экономическую активность в ряде регионов [6].

В первые месяцы пандемии предприятия столкнулись с прекращением поставок, нехваткой компонентов и резким сокращением спроса. Так, эксперты отмечают, что рынок труда Калининградской области оказался серьезно ослаблен ограничительными мерами: особенно сильно пострадали организации из наиболее уязвимых секторов — обрабатывающей промышленности, транспорта и логистики [7]. По оценкам Всемирного банка, в 2020 г. в России были утрачены около 1,78 млн рабочих мест, причем значительная часть этих потерь пришлась на обрабатывающую промышленность². В Санкт-Петербурге и Ленинградской области, хотя локдаун прошел несколько мягче, многие предприятия (особенно машиностроительные и автомобильные) также зафиксировали спад производства.

В 2020—2021 гг. темпы роста промышленного производства заметно различались по регионам. В Калининградской области, например, за период первых двух лет кризиса промышленный выпуск упал почти на 27 %, тогда как в некоторых других регионах наблюдался рост (например, в Брянской области +38 % за тот же период) [4]. Существенные различия во многом объясняются специализацией: крупнейшие

¹ ТАСС, 2025, *В МВФ заявили, что мировая экономика восстанавливается быстрее, чем ожидалось*, URL: <https://tass.ru/ekonomika/10955549> (дата обращения: 25.04.2025).

² World Bank Group, 2025, *How has Russia's economy fared in the pandemic era?*, URL: <https://www.worldbank.org/en/news/opinion/2021/06/08/how-has-russia-s-economy-fared-in-the-pandemic-era> (дата обращения: 25.04.2025).

сокращения (помимо Калининграда) произошли в традиционно экспортно-ориентированных отраслях: лесопереработке, металлургии и особенно автомобильном секторе. Как отмечает Н. Зубаревич, среди регионов с развитой автомобильной промышленностью сильнейший спад пришелся как раз на Калининградскую область [8]. Это связано и с тем, что зарубежные компоненты, необходимых для сборки машин, перестали поступать, а параллельный импорт не успевал компенсировать разрыв. В целом падение производства в регионах с высоким уровнем внешней зависимости оказалось заметным.

Санкции 2022—2023 гг. стали еще более масштабным шоком. Еще до 2022 г. российская обрабатывающая промышленность испытывала давление санкций, но после февральских событий ситуация резко ухудшилась. Исследования показывают, что промышленность страдает сильнее прочих секторов из-за интеграции в глобальные цепочки создания стоимости. Так, А. В. Степанов и соавторы выявили сложный эффект влияния санкций на динамику промышленности регионов и описали сценарии импортозамещения и перестройки логистики [3].

Снижались объемы и импорта комплектующих и оборудования, что усугубляло проблемы предприятий балтийских регионов, тесно вовлеченных в мировые производственные сети. По данным исследований, Калининградская и Ленинградская области обладают высокой степенью импортной зависимости в машиностроении, особенно в автопроме, за счет активной интеграции в глобальные цепочки поставок [9]. В 2022 г. это привело к значительному нарушению кооперации: предприятия были вынуждены перенастраивать логистику, искать новых поставщиков и ориентироваться на внутренний рынок (особенно в условиях растущего спроса на отечественные товары) [10]. Заметным итогом стала перестройка экономики региона: в Калининградской области власти шли на радикальную трансформацию внешнеэкономических связей и производственной политики ради минимизации убытков.

Однако уже к 2022—2023 гг. начался процесс адаптации. Согласно данным исследования [11], общая зависимость промышленного производства России от импорта к концу 2023 г. сократилась почти в 1,5 раза по сравнению с началом 2022 г. Это отражает масштабное импортозамещение: предприятия в балтийских регионах стали активнее выпускать продукцию из отечественных компонентов. География зависимости сместилась: вместо сборочных предприятий с высоким импортным содержанием (как было характерно для автозаводов) появились новые лидеры импортозависимости — это территории с проектами с иностранным участием и большим объемом закупок иностранного оборудования. Например, в Санкт-Петербурге такую высокую импортозависимость демонстрируют отдельные фармацевтические производства, опирающиеся на зарубежное оборудование (Biocad, Цитомед, Solopharm и др.), а в Ленинградской области — некоторые химические предприятия, реализующие проекты с иностранным участием (Полипласт Северо-Запад, EuroChem-Северо-Запад, Фосфорит и др.). Одновременно зависимость промышленного производства от импортных поставок в Калининградской области снизилась на 57,5 п. п., а в Ленинградской — на 17,9 п. п. [11]. Такое резкое переупорядочивание указывает, что регионы проводят импортозамещение по широкой номенклатуре и развивают локальные поставки.

При этом изменения шли неравномерно. В наиболее ориентированных на экспорт территориях Северо-Запада: Санкт-Петербурге, Калининградской и Ленинградской областях — из-за санкционного давления в 2022 г. ожидалось существенное падение экономической активности. По оценкам, в 2022 г. Северо-Запад (включая Калининградскую область) пострадал сильнее среднероссийского уровня: многие опрошенные предприятия в мае — июне 2022 г. сообщили о необ-

ходимости кардинально пересмотреть поставщиков и направлять продукцию на внутренний рынок [12]. С января по осень 2023 г. влияние этих факторов стало заметно слабее — благодаря принятым мерам адаптации (изменению логистических цепочек, развитию новых рынков, расширению господдержки) эффект санкций существенно смягчился.

Важную роль сыграло вмешательство государства и развитие региональной индустриальной политики. В 2022—2023 гг. регионы активизировали меры по стимулированию локальных производств (кластеры, индустриальные парки, государственные субсидии, специальные налоговые режимы), что повышало устойчивость промышленности. Исследования показывают, что уже к 2023 г. доля обрабатывающей промышленности в региональном ВРП стала важным фактором роста производства. Увеличение государственного участия (рост доли госсобственности и бюджетных вливаний) стало одним из факторов поддержки промышленного развития в кризисный период. [4]. Политика импортозамещения и поддержки реального сектора приносила результаты: падение импорта комплектующих хотя и было неизбежно, но разрыв в поставках все более перекрывался локальной кооперацией и параллельными схемами поставок.

Таким образом, пандемия и санкции оказали неоднородное воздействие на обрабатывающую промышленность балтийских регионов. С одной стороны, наблюдался резкий спад производства, особенно в секторах с высокой импортной составляющей (автомобилестроение Калининграда, экспортоориентированные предприятия). С другой — уже в 2022—2023 гг. произошли заметные изменения: падение промышленной активности оказалось менее глубоким, чем ожидалось, благодаря импульсу на импортозамещение и локализацию. В результате этого наблюдается сокращение зависимости производства от зарубежных комплектующих по всем ключевым отраслям.

Местные эксперты отмечают: за два года пересмотр потребностей и перестройка логистических цепочек позволили частично нивелировать неблагоприятные эффекты санкций. После ухода иностранных автосборочных гигантов появились новые направления: на освободившихся площадках началось локальное производство автомобилей (например, Solaris на месте Hyundai)¹. Завод «Измерон» под управлением «Бронка групп» в 2023 г. получил 2 млрд рублей на расширенные мощности для нефтегазового оборудования, что отражает реинжиниринг производства с упором на высокотехнологичные ниши². В Калининградской области адаптация прошла через программу «Восток», перезапущенную в начале 2025 г.: регион удвоил лимиты льготных займов, чтобы стимулировать создание новых производств в восточной зоне³. В индустриальном парке Черняховска компания «ДМС Восток» с инвестицией около 2,3 млрд рублей запустила завод глубокой молочной переработки — производит сухое молоко и сливочное масло, экспортные планы — до 40—60 % продукции, запуск намечен на 2025 г. Ленинградская область растет за счет химических компаний, перенаправивших деятельность на внутренний рынок и Восток. Локализация антикоррозионных покрытий началась

¹ РИА новости, 2025, *В Санкт-Петербурге запустили производство автомобилей Solaris*, URL: <https://ria.ru/20240222/avto-1928999404.html> (дата обращения: 25.06.2025).

² Деловой Петербург, 2025, *С новыми вводными: главные инвестпроекты года в Петербурге*, URL: https://www.dp.ru/a/2023/01/11/S_novimi_vvodnimi (дата обращения: 25.06.2025).

³ РБК, 2025, *В Калининграде возобновили программу поддержки бизнеса «Восток»*, URL: <https://kaliningrad.rbc.ru/kaliningrad/31/03/2025/67ea65c29a79472b8f09f70d> (дата обращения: 25.06.2025).

в конце 2022 г., а предприятия удобрений (EuroChem, Фосфорит) адаптировались к закупкам отечественного оборудования и внутренним перераспределениям цепочек поставок.

В целом индустриальный комплекс Санкт-Петербурга, Ленинградской и Калининградской областей в итоге продемонстрировал явную адаптивность: несмотря на серьезный шок, власти и бизнес нашли новые ниши (в том числе на внутреннем рынке и в рамках поворота на Восток) и продолжили развитие перерабатывающих производств.

Также рассмотрим существующие методические подходы для анализа структур и тенденций в обрабатывающей промышленности. В последние десятилетия в экономико-географических и региональных исследованиях применяется широкий спектр методов пространственного моделирования для анализа структур и тенденций в обрабатывающей промышленности.

Классические регрессионные модели (например, МНК-регрессии) предполагают независимость наблюдений и не учитывают пространственную автокорреляцию. В работах по пространственной эконометрике традиционные методы часто дают искажения при наличии пространственной автокорреляции в данных [13]. Для исправления этой проблемы были предложены специальные пространственные модели регрессии. В модели пространственного лага (SAR) зависимая переменная в регионе учитывает влияние соседних регионов через включение пространственно-лаговой переменной [14]. Модель пространственной ошибки (SEM) включает пространственную структуру в остаток регрессии [15]. Оба подхода формализуют явление взаимовлияния производственных показателей между географически близкими регионами и позволяют получить более надежные оценки факторов производства. Однако они требуют формирования матрицы пространственных весов и усложняют эконометрическую интерпретацию (например, устанавливается наличие мультипликативных эффектов). В частности, задача выбора подходящей матрицы весов и правильной спецификации модели представляет серьезную методическую проблему. Расширением этих моделей является пространственная модель Дарбина (SDM), учитывающая пространственные лаги как зависимых, так и независимых переменных [16]. Это повышает гибкость оценки взаимодействий между регионами, но приводит к росту числа параметров и проблеме мультиколлинеарности.

Альтернативный подход — это регрессионные модели с пространственной нестационарностью [17]. Географически взвешенная регрессия (ГВР) позволяет коэффициентам модели меняться в зависимости от местоположения, что дает учет локальной гетерогенности данных. В ГВР для каждой точки строится свой МНК (метод наименьших квадратов) на основе ближайших наблюдений; таким образом снимается допущение о постоянстве факторов влияния по пространству [18]. Это приводит к лучшей подгонке при существенной неоднородности регионов и упрощает интерпретацию локальных эффектов. Как отмечают Д. Мамонтов и Е. Островская, преимуществом ГВР является простота расчетной процедуры и интерпретируемости результатов при наличии выраженной неоднородности региональных характеристик. К недостаткам ГВР можно отнести снижение обобщаемости выводов — модель уже не дает единой глобальной зависимости для всей выборки — а также риски мультиколлинеарности и сложности интерпретации статистики качества модели. Тем не менее авторы заключают, что при анализе данных о российской конвергенции ГВР является наиболее предпочтительным методом моделирования из-за сильных различий регионов [19]. Для задач пространственного моделирования производства это означает, что ГВР позволяет выявлять только зависимости между исследуемыми переменными в пространстве.

Отдельной группой методов являются инструменты анализа пространственной автокорреляции — измерения, оценивающие степень схожести значений близких по расположению территорий. Ключевыми методическими подходами в этой области выступают глобальные и локальные индексы пространственной автокорреляции, например индекс Морана (Moran's I) [20], коэффициент Джири (Geary's C) [21] и индексы «горячих и холодных точек» Гетиса — Орда (Getis—Ord G и G_i^*) [22; 23]. Глобальный индекс Морана оценивает общую тенденцию к кластеризации значений по всей области исследования: положительное значение индекса указывает на то, что соседние регионы имеют схожие (либо одновременно высокие, либо низкие) уровни изучаемой переменной, а отрицательное — на чередование высоких и низких значений. Например, исследование пространственного распределения производственных предприятий показало значимую положительную автокорреляцию: производственные объекты не распределены случайно, а образуют кластеры [24]. Недостатком данной группы методов является их обобщенность: они сообщают лишь о наличии или отсутствии кластеризации в среднем по региону, но не указывают ее конкретные локализации.

Для выявления кластеров используются локальные индексы, в первую очередь локальный индекс Морана (LISA, Anselin's Local Moran's I). Локальный индекс Морана позволяет выявлять горячие точки (концентрации высоких значений) и холодные точки (концентрации низких значений), а также пространственные выбросы — регионы с необычно высоким значением, окруженные низкими (или наоборот). Стоит учесть, что результаты чувствительны к выбору матрицы весов и к масштабу анализа. Помимо индекса Морана для изучения пространственных паттернов иногда применяются статистики Гетиса — Орда (для выявления горячих / холодных зон) и статистика Geary (альтернативная глобальная мера автокорреляции). Такие методы широко используются в геоинформационном анализе. Например, М. М. Nassan и соавторы применяли при анализе деятельности предприятий комбинацию ядра плотности, функции Рэйли и глобальных и локальных индексов Морана, выявив отчетливую кластеризацию ряда отраслей и существенную связь размещения предприятий с доступом к инфраструктуре [25].

Геоинформационные методы дополняют статистический анализ: системы ГИС позволяют визуализировать пространственные закономерности, накладывать и анализировать различные картографические слои, выполнять буферизацию и агрегировать данные в заданных областях. Однако ГИС-анализ часто носит описательный характер: хотя он и выявляет локальные скопления, но детально не учитывает причинно-следственные связи. Кроме того, результаты сильно зависят от качества исходных, что следует принимать во внимание при интерпретации.

Для исследования временных изменений объемов производства стандартные пространственные индексы применяются не напрямую, поскольку они оценивают статическую автокорреляцию. При сравнении двух временных моментов полезно использовать специальные пространственно-временные статистики. Одним из таких инструментов является дифференциальный локальный индекс Морана, который фактически вычисляет локальный индекс Морана для изменений исследуемого показателя между двумя периодами. В отличие от обычного локального индекса Морана, основанного на абсолютных значениях, дифференциальный индекс берет разность между временными периодами (например, прирост или падение производства в регионе) и строит статистику по этим изменениям [26]. Этот метод уточняет анализ глобальных индексов: если глобальный дифференциальный индекс Морана указывает на общую тенденцию к кластеризации, то локальный дифференциальный показатель находит конкретные районы со значимыми изменениями.

Таким образом, в ходе анализа существующих методических подходов было выявлено, что использование дифференциального локального индекса Морана — более всего подходит для изучения динамики производства в балтийских регионах, поскольку этот метод предназначен для оценки пространственно-временной автокорреляции изменений, позволяя выявлять локальные кластеры роста или спада производства. С учетом задач исследования — анализа пространственных-временных изменений объемов обрабатывающих производств и формулировки рекомендаций по развитию отрасли — именно он обеспечивает необходимую детализацию и статистическую строгость.

Методический подход

В рамках данного исследования использовался локальный индекс пространственной автокорреляции Л. Анселина, адаптированный для оценки двухмоментных разностей показателя, — дифференциальный индекс Морана [13]. Этот индекс позволяет определить, насколько изменения изучаемого признака в конкретной точке зависят от аналогичных изменений у соседних территорий. Простыми словами, индекс выявляет наличие кластеров муниципалитетов с близкими темпами роста или спада промышленного производства в течении рассматриваемого периода.

На первом этапе была оценена глобальная пространственная автокорреляция с использованием глобального индекса Морана [20]:

$$I = \frac{N}{W} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

где N — общее число территориальных единиц;

x_i — значение показателя на территории i (объем отгруженной продукции товаров собственного производства обрабатывающей промышленности в муниципалитете, приведенный к сопоставимым ценам 2019 г.);

$\bar{x}$ — среднее значение показателя по всем территориям;

w_{ij} — элемент матрицы пространственных весов, определяющий степень соседства между i и j ;

$\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})$ — сумма всех элементов матрицы весов.

Если значение индекса положительно (находится в диапазоне от 1,0 до 0,01), то это свидетельствует о наличии положительной пространственной автокорреляции (кластеризации территорий с близкими значениями — высокими или низкими). При этом чем ближе значение индекса к 0,01, тем слабее пространственная взаимосвязь между изменениями на рассматриваемых территориях; напротив, чем ближе индекс к 1,0, тем сильнее выражена пространственная взаимозависимость и устойчивее кластеры. Отрицательное значение (интервал от -1,0 до -0,01) указывает на отрицательную автокорреляцию (соседство территорий с контрастными значениями). Чем ближе значение индекса к -0,01, тем слабее пространственная взаимосвязь; напротив, чем ближе индекс к -1, тем сильнее выражена пространственная дезинтеграция, при которой рост на одной территории соседствует со снижением на другой. Значение близкое к нулю (диапазон от -0,01 до 0,01), говорит о случайном распределении и отсутствии выраженной пространственной структуры.

Матрица пространственных весов w_{ij} размером $N \times N$ (где $N = 167$) была сформирована на основе расстояний между географическими административными центрами муниципальных образований, рассчитанных по формуле евклидова расстояния с использованием координат широты и долготы. Диагональные элементы матрицы весов были установлены равными нулю $w_{ij} = 0$, поскольку муниципалитет

не рассматривается как влияющий сам на себя. После определения исходных весов выполнялась нормализация матрицы путем масштабирования каждой строки так, чтобы сумма всех элементов в строке была равна единице. Для этого каждый элемент строки делился на сумму всех элементов этой строки, что обеспечивало сопоставимость и корректность последующих результатов пространственного анализа.

В исследовании применяется линейная матрица пространственных весов, поскольку муниципальные образования характеризуются неравномерностью распределения территорий по площади и плотности населения, наличием крупных городских агломераций и значительных различий в уровнях экономического развития. Это делает невозможным использование простых бинарных матриц весов, основанных только на факте граничной смежности, поскольку такие подходы игнорируют степень взаимодействия между удаленными муниципальными образованиями.

Заметим, что в статье термины «территория», «муниципалитет» и «район» употребляются как синонимы, обозначая муниципальные образования (городские округа и муниципальные районы) трех рассматриваемых регионов (всего 167 единиц анализа). Под «кластером» понимается группа муниципалитетов, демонстрирующих схожую динамику промышленного производства.

Далее для каждого муниципалитета рассчитывался локальный индекс Морана:

$$I_i = c (x_{i,t} - x_{i,t-1}) \sum_j w_{ij} (x_{i,t} - x_{i,t-1}), \quad (2)$$

где c — коэффициент масштаба, который рассчитывается как обратная дисперсия изменений объемов обрабатывающих производств, чтобы обеспечить сопоставимость значений индекса; t — временной момент.

Локальный индекс принимает положительные значения, если изменения на территории совпадают с тенденциями соседних территорий (либо совместно растут выше среднего, формируя кластер роста, либо совместно демонстрируют спад). Отрицательные значения индекса означают, что динамика территории резко отличается от динамики соседей, то есть территория выступает пространственным выбросом.

Статистическая значимость локальных индексов определялась методом перестановочного теста с использованием 999 перестановок (уровень значимости $p < 0,05$). По результатам расчетов муниципалитеты были классифицированы по категориям пространственной автокорреляции (LISA):

- High—High (HH): высокая динамика территории и ее соседей, кластер роста (обозначен желтым на рисунках 2, 4);

- Low—Low (LL): низкая динамика территории и ее окружения, зона упадка (обозначен синим на рисунках 2—4);

- High—Low (HL): территория с высоким ростом, выделяющаяся среди соседей с низкими темпами, полюс роста (обозначен красным на рисунках 1—4).

- Low—High (LH): территория с низкой динамикой среди соседей, демонстрирующих рост, остров депрессии (обозначен зеленым на рисунках 3, 4).

- все остальные территории с незначимыми индексами (без выраженной пространственной зависимости).

Расчет индекса Морана проводился отдельно для каждого муниципального образования, что позволило изучить пространственное распределение именно динамики обрабатывающих производств (рост или спад), а не статичных уровней показателей. Все вычисления были выполнены автором, карты кластеров были подготовлены с помощью программ GeoDa и QGIS.

Исходные данные и подготовка

В исследовании использованы муниципальные данные о динамике объемов обрабатывающих производств за 2019—2021 и 2023 гг. В качестве базового (предкризисного) периода принят 2019 г. для нормализации и обеспечения сопоставимости показателей. Рассмотрены два кризисных этапа: пандемийные ограничения (2020—2021) и период санкционного давления (2022—2023). В качестве источника данных выступают официальные статистические материалы Росстата по муниципальным образованиям Санкт-Петербурга¹, Ленинградской² и Калининградской областей³.

С целью уменьшения инфляционного воздействия все стоимостные показатели за 2023 и 2021 гг. были приведены к сопоставимым ценам 2019 г. посредством дефлятирования по индексам потребительских цен, что обеспечило проведение расчетов в реальном выражении. Использовались единые дефляторы для регионов без выделения их значений для муниципалитетов.

Первый кризисный этап характеризовался жесткими ограничениями, связанными с пандемией COVID-19 (2019—2021), что сопровождалось закрытием предприятий и разрывами производственных цепочек (особенно в легкой и автомобильной промышленности). Второй кризисный этап отражает влияние международных санкций и экономических контршоков (2022—2023), проявившееся в нехватке импортного оборудования и комплектующих. Несмотря на вводимые с 2022 г. программы импортозамещения, восстановление в регионах носило неоднородный характер, а технологический дефицит способствовал усилению инфляционных процессов.

Результаты исследования

Перед проведением пространственной кластеризации обрабатывающих производств балтийских регионов был осуществлен анализ дифференциального индекса Морана за период 2019—2020 гг. Полученное значение индекса ($-0,016$) указывает на слабую отрицательную пространственную автокорреляцию, свидетельствующую о незначительной пространственной неоднородности муниципалитетов по динамике развития обрабатывающей промышленности. Статистически значимые пространственные кластеры оказались крайне редкими: лишь два муниципалитета Ленинградской области — Сланцевский и Бокситогорский муниципальные районы (МР) (кластеры типа HL) (рис. 1).

Данные кластеры характеризуются высокими значениями обрабатывающих производств, когда их соседи имеют низкое значение исследуемого показателя. Два значимых кластера составляют всего 1,2 % от общего числа муниципалитетов. Это подтверждает общий вывод о том, что пандемийный кризис 2020 г. носил преимущественно абсолютный характер и затронул муниципалитеты равномерно, без формирования устойчивых пространственных групп роста или падения [27].

Последующий анализ дифференциального индекса Морана за период между 2019 и 2021 гг. выявил аналогичные тенденции. Значение индекса составило

¹ Росстат, 2025, *База данных муниципальных образований Санкт-Петербурга*, URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst40/DBInet.cgi> (дата обращения: 25.04.2025).

² Росстат, 2025, *База данных муниципальных образований Ленинградской области*, URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst41/DBInet.cgi> (дата обращения: 25.04.2025).

³ Росстат, 2025, *База данных муниципальных образований Калининградской области*, URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst27/DBInet.cgi> (дата обращения: 25.04.2025).

–0,011, также подтверждая слабую отрицательную пространственную автокорреляцию и, следовательно, незначительное расслоение уровней развития обрабатывающей промышленности муниципалитетов балтийских регионов (рис. 2).

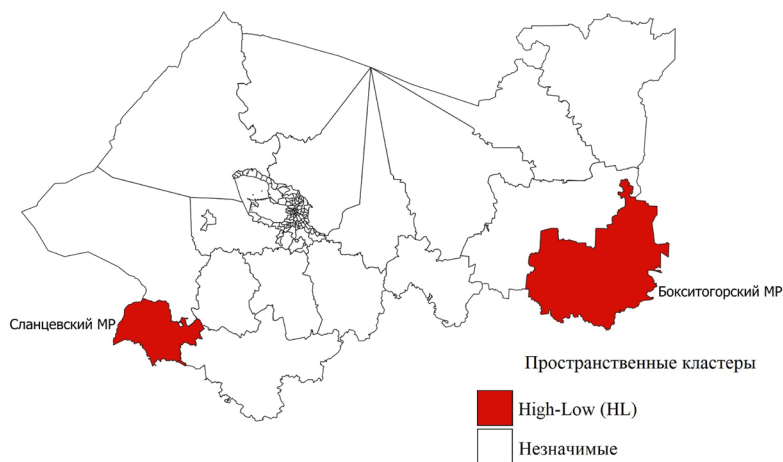


Рис. 1. Пространственная кластеризация обрабатывающих производств балтийских регионов в 2019—2020 гг.

Примечание: Калининградская область не представлена на карте ввиду отсутствия статистически значимых муниципальных образований.

Рассчитано на основе данных Росстата.

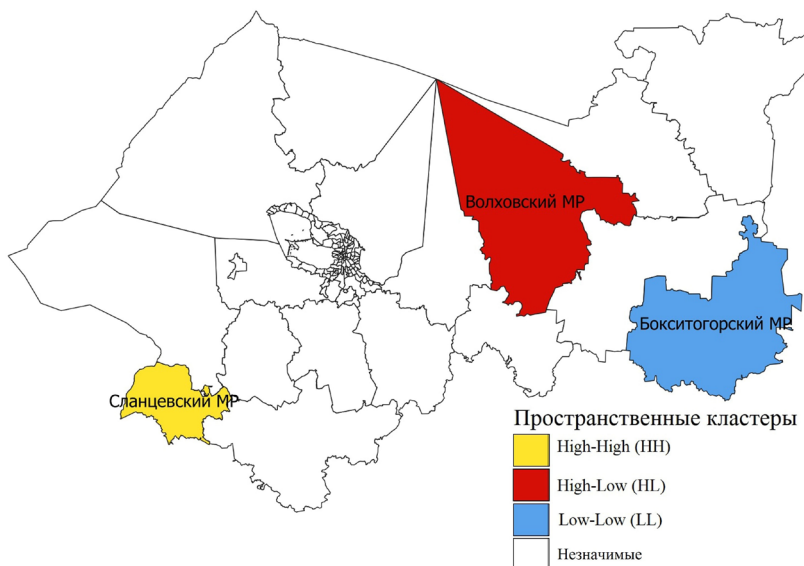


Рис. 2. Пространственная кластеризация обрабатывающих производств Ленинградской области и г. Санкт-Петербурга в 2019—2021 гг.

Примечание: Калининградская область не представлена на карте ввиду отсутствия статистически значимых муниципальных образований.

Рассчитано на основе данных Росстата.

В рамках локального анализа на территории Ленинградской области были выявлены всего три значимых кластера. Сланцевский МР вошел в кластер типа НН, где наблюдалась высокая динамика роста производства и у территории, и у ее соседей. Данный район избежал значительного падения производства за счет относительной устойчивости крупных предприятий, действующих в химической отрасли, что подтверждается отраслевой статистикой региона. Бокситогорский МР, напротив, сформировал кластер типа LL с низкой динамикой роста и снижением объемов производства как в самом муниципалитете, так и у соседних территорий, что связано с общей слабостью локальной промышленной структуры и зависимостью от отраслей, наиболее пострадавших во время пандемии (например, добывающая промышленность и производство строительных материалов). Волховский МР обозначился как полюс роста (кластер типа HL), где наблюдался рост выше, чем у соседних муниципалитетов, благодаря реализации инвестиционных проектов, например строительства завода «ФосАгро» по производству азотно-фосфорных удобрений.

В Санкт-Петербурге и Калининградской области значимых пространственных кластеров за рассматриваемые периоды не выявлено. Причиной этому стала относительно равномерная структура обрабатывающих производств и однородное влияние кризисных факторов, таких как разрывы логистических цепочек и приостановка деятельности предприятий из-за пандемийных ограничений. В Ленинградской области более выраженная кластеризация объясняется значительной неоднородностью структуры промышленности, когда отдельные районы зависят от узкого круга отраслей и конкретных предприятий, по-разному адаптировавшихся к внешнему кризисному воздействию.

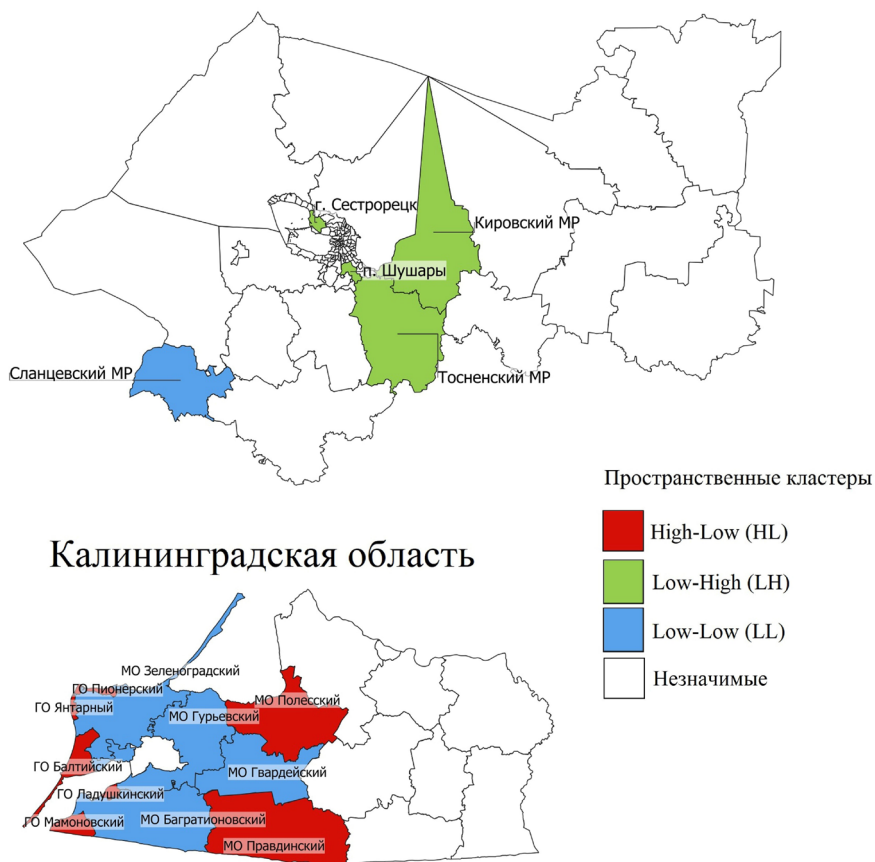
Для периода 2021—2023 гг. дифференциальный глобальный индекс Морана оказался практически нулевым (0,001), что свидетельствует о слабой, практически отсутствующей пространственной автокорреляции, отражающей наличие устойчивых пространственных взаимосвязей в размещении обрабатывающих производств (рис. 3).

Число значимых кластеров заметно выросло. Из 167 муниципалитетов статистически значимых территорий стало 26 (16 %). Из них 21 — в Калининградской области, 3 — в Ленинградской и 2 — в Санкт-Петербурге.

В Калининградской области выделяется крупная зона упадка: Светловский городской округ (ГО), Гвардейский муниципальный округ (МО), Багратионовский МО, Гурьевский МО, Зеленоградский МО — все они показали низкие темпы роста производства вместе с аналогичным падением у своих соседей. Также в Калининградской области есть выявленные полюсы роста (HL): Полесский МО, Правдинский МО, Ладушкинский ГО, Светлогорский ГО, Мамоновский ГО, Янтарный ГО, Балтийский ГО — здесь регионы имели относительно высокие темпы (либо меньшие падения), в то время как окружающие их муниципалитеты остались на низком уровне. В целом по Калининградской области крупный кластер типа LL охватил большую часть области (снижение производства повсеместно). Это связано с утратой транзитных логистических коридоров и зависимостью региона от экспорта и импорта. Так, весной 2022 г. Литва запретила железнодорожный транзит угля, металлов, цемента, лесоматериалов и стройматериалов в Калининград, что затронуло до 40—50 % груза региона. Одновременно упала сборка автомобилей на «Автоторе»: завод был вынужден приостановить производство BMW, Hyundai и Kia и лишь осенью 2022 г. стал осваивать сборку китайских брендов. Эти факторы вызвали резкое сокращение промышленного выпуска: по оценке экспертов, в 2024 г. объем промышленности Калининграда стал на 23 % ниже уровня 2021 г. В то же время в Калининградской области появились и «локальные полюсы роста» (HL) — районы с относительно высоким темпом (меньшим спадом) на фоне

общего спада соседей. Эти территории выиграли благодаря отдельным успешным предприятиям или субсидиям (например, развивают экспортные производства в сельхозмашиностроении или пищевой отрасли).

Ленинградская область и г. Санкт-Петербург



Калининградская область



Рис. 3. Пространственная кластеризация обрабатывающих производств балтийских регионов в 2021 — 2023 гг.

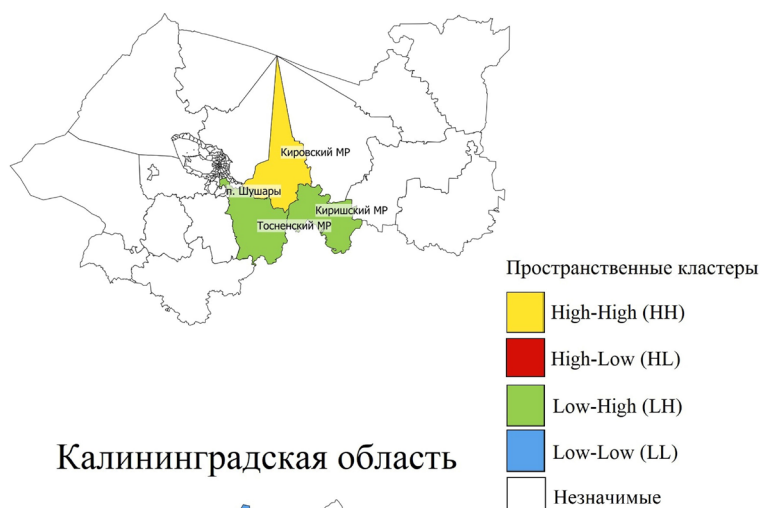
Рассчитано на основе данных Росстата.

В Ленинградской области были определены следующие территории: Сланцевский МР вновь вошел в зону типа LL — к 2023 г. даже химические предприятия региона испытали снижение спроса и проблем с экспортом, в результате динамика падения оказалась близкой к показателям соседей. Тосненский и Кировский МР стали островами депрессии (LH): их собственные темпы роста остались низкими по сравнению с соседними территориями. В Тосненском районе раньше реализовывались проекты по производству железобетонных конструкций и бытовых химикатов, но они столкнулись с дефицитом импортных комплектующих и падением внутреннего спроса. Ключевые промышленные отрасли Кировского муниципального района, такие как судостроение и машиностроение, столкнулись с сокращением инвестиций и трудностями с поставками оборудования.

В Санкт-Петербурге определены следующие «острова депрессии» — пос. Шушары и г. Сестрорецк (кластеры типа LH). Это указывает, что их промышленность росла слабее, чем промышленность окружающих территории. Поселок Шушары — крупная индустриальная зона на юге Санкт-Петербурга (цементный и химический заводы, легкая промышленность), которая пострадала от проблем с логистикой и снижения спроса. Одновременно другие районы Санкт-Петербурга получили поддержку благодаря госзаказу: например, выпуск кораблей на верфях и рост оборонных заказов улучшили общую динамику развития города.

Для совокупного периода 2019—2023 гг. глобальный дифференциальный индекс Морана составил $-0,013$, что свидетельствует о наличии отрицательной пространственной автокорреляции и указывает на тенденцию к расхождению уровней развития обрабатывающей промышленности в соседних муниципальных образованиях (рис. 4).

Ленинградская область и г. Санкт-Петербург



Калининградская область

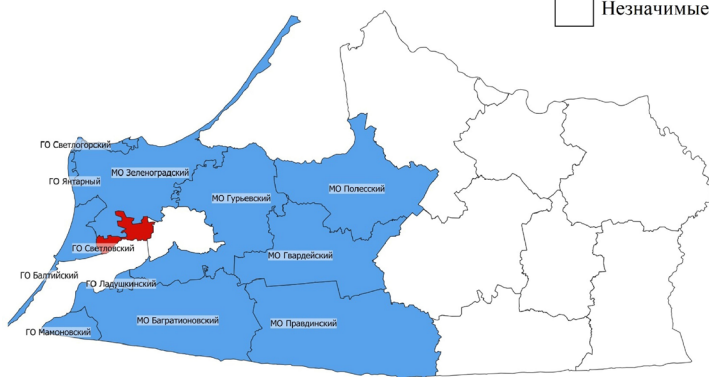


Рис. 4. Пространственная кластеризация обрабатывающих производств балтийских регионов в 2019—2023 гг.

Рассчитано на основе данных Росстата.

Значимыми стали 25 территорий: 21 в Калининградской области, 3 в Ленинградской области и 1 в Санкт-Петербурге. Практически все калининградские тер-

ритории снова образуют общий кластер типа LL (низкие темпы по всей области), подтверждая устойчивую депрессию промышленности. В Ленинградской области кластер типа HH выявлен для Кировского района, который показал относительно высокую динамику производства, тогда как Тосненский и Киришский МР остались LH (их собственный рост ниже, чем у соседей). Это связано с тем, что Кировский муниципальный район ориентирован на судостроение (где спрос поддерживается госзаказом), тогда как Тосненский и Киришский МР зависят от строительных и нефтеперерабатывающих производств, которые сильнее пострадали от санкций и сокращения спроса. В Санкт-Петербурге к кластеру LH отнесен только пос. Шушары, данный населенный пункт в целом отстал от позитивных изменений в близлежащих районах.

Таким образом, пространственная структура изменений промышленности в балтийских регионах выявляет четкие кластеры: Калининградская область в обоих кризисах сгруппирована как зона упадка, особенно ярко в 2023 г. (кластер типа LL охватывает большую часть области). Это согласуется с зависимостью Калининградской области от внешней торговли и с трудностями доступа к технологиям. Напротив, Кировский муниципальный район Ленинградской области за 2019—2023 гг. стал полюсом роста. Заметны кластеры типа HL в Калининградской области (например, Светловский ГО в 2023 г. стал полюсом роста: он показал рост на фоне общего спада у соседей), что может указывать на развитие успешных предприятий или субсидии в отдельных муниципалитетах. В Ленинградской области кластеры типа LH (Тосненский и Киришский МР) и LL (Сланцевский МР) фиксируют пространственную неоднородность: у одних районов были худшие показатели, тогда как соседние росли.

Обобщая, можно выделить следующие тенденции. Во-первых, санкции придали пространственному воздействию большую неоднородность, чем пандемия. К 2023 г. на общем фоне восстановления оказались ярко выраженные зоны спада (Калининградская область) и опережения (Кировский МР Ленинградской области). Во-вторых, прослеживается четкая связь между структурой экономики и кластеризацией: индустриально развитые районы (например, Кировский МР) смогли обеспечить рост даже в кризис, тогда как территории с уязвимыми отраслями (Сланцевский МР, вблизи нефте-, энергетиков) — напротив, оказались в зоне упадка. Это подтверждает релевантность концепции пространственной устойчивости промышленных кластеров [28]. В-третьих, выявленные пространственные кластеры коррелируют с известными факторами: экспортно-ориентированная Калининградская область, где санкции сильно ударили по поставкам, стала зоной упадка; а более диверсифицированная Ленинградская область, например Кировский район, оказалась кластером высоких значений. Наконец, широкое пространство зоны упадка в Калининградской области указывает на системную проблему области, тогда как единичные кластеры типа HL / HH демонстрируют эффект конкретных локальных инициатив или инвестиций.

На основе выявленных закономерностей можно утверждать, что для данных муниципальных образований необходимы меры поддержки. Во-первых, следует сосредоточить поддержку на кластерах упадка. Для Калининградской области нужны особые меры: ускоренное развитие импортозамещения (переориентация предприятий на отечественные комплектующие), логистическая диверсификация (развитие морских коридоров с дружественными странами), и поощрение инвестиций в приоритетные отрасли (фармацевтику, приборостроение), где в других регионах уже достигнут прогресс [29]. Во-вторых, в регионах с кластером типа HH стоит усилить уже работающие конкурентные преимущества — например, способствовать расширению крупных производств и кластеров (судостроения, электроники). В-третьих,

в МР типа Тосненского и Киришского (ЛН) необходимо стимулировать взаимодействие: поддерживать мелкие предприятия, укреплять образовательные программы для повышения квалификации персонала (учитывая, что качество человеческого капитала было выделено в качестве ключевого фактора роста). Дополнительно целесообразно продолжать государственную поддержку агломераций и опорных корпораций, поскольку в таких условиях на первые роли выходит доля государства и госкомпаний.

На стратегическом уровне справедливо подчеркнуть: балтийские регионы должны использовать свои внешнеторговые связи не для импорта дефицитных технологий, а для экспорта переработанной продукции. Следует делать упор на глубину переработки, инновации и цифровизацию производства. Формирование гибкой логистики, диверсификация рынков сбыта (например, укрепление сотрудничества с Китаем, СНГ и другими дружественными странами) также минимизирует риск внешних сбоев.

Заключение

Таким образом, выявленная пространственная неоднородность во многом обусловлена различиями в отраслевой структуре и устойчивости муниципальных экономик. Так, Ленинградская область характеризуется значительной отраслевой неоднородностью: в Сланцевском МР (кластер типа НН) доминирует химическая промышленность (большие производители смогли сравнительно безболезненно пережить кризис), наоборот, Бокситогорский МР специализируется на добывающих производствах и стройматериалах, слабо пострадавших от пандемии, — здесь наблюдалось глубокое сокращение объема выпуска (кластер типа LL). В Волховском МР, напротив, локальный рост выше окружающих районов, что объясняется новыми инвестиционными проектами (например, завод «ФосАгро» по выпуску удобрений). Причиной такой неоднородности являются то, что различная доля химической промышленности, машиностроения, добычи и легкой промышленности создает неодинаковые внешние риски и потенциалы роста. Например, регионы с развитым ВПК и машиностроением показывали устойчивый рост, тогда как сырьевые кластеры — колебания и спад. Устойчивость крупных предприятий (металлургических и химических) в Ленинградской области создала локальные острова стабильности, тогда как районы с уязвимыми предприятиями быстрее входили в кризис. Инвестиционные проекты (удобрения, судостроение) формировали HL-полюса роста даже на общем фоне спада.

Пандемия COVID-19 и последующие санкционные ограничения повлияли на все территории. В Санкт-Петербурге и Калининградской области нарушение логистики, разрывы цепочек поставок и массовые простои предприятий затронули отрасли почти равномерно. В Калининградской области зависимость от внешней торговли и запрет поставок привели к общему индустриальному упадку, что усилило общий характер снижения производства и привело к LL-кластеризации по всей области — регион находится среди немногих, так и не вышедших из спада 2022 г.

Ленинградская область выделилась на фоне соседей тем, что ее районы по-разному реагировали на пандемию 2020—2021 гг. Именно здесь сформировались все значимые кластеры указанного периода. Так, Сланцевский МР практически избежал падения производства за счет опоры на крупные химические предприятия, в то время как Бокситогорский продемонстрировал заметный спад и попал в кластер типа LL. Волховский МР, получивший новые инвестиции, оказался полюсом роста (кластер типа HL). Такая картина свидетельствует о том, что в Ленинградской области сильна внутрирегиональная дифференциация: одни муниципалитеты обла-

дали консолидированными ресурсами и государственными контрактами, тогда как другие зависели от узкой группы отраслей. В противоположность этому в Санкт-Петербурге и Калининградской области кластеры не образовывались: их индустриальная структура оказалась более однородной, а кризисные факторы воздействовали на большинство предприятий примерно равномерно. Отсутствие статистически значимых НН- или LL-групп означает, что локальные изменения производственных объемов в этих регионах носят в основном случайный характер (глобальный индекс Морана близок к нулю). Это соответствует ситуации, когда при равномерном распределении отраслевых шоков и сходной структуре предприятий пространственная автокорреляция не формирует выраженных кластеров.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости территориально-дифференцированного подхода в формировании промышленной политики. Приоритетным направлением в кратко- и среднесрочной перспективе должна стать целевая поддержка муниципалитетов, входящих в кластеры упадка: развитие механизмов импортозамещения, стимулирование логистической адаптации и формирование устойчивых производственно-сбытовых связей с ориентиром на внутренний рынок и альтернативные внешние направления. В то же время муниципалитеты, входящие в кластеры устойчивого роста, требуют мер, направленных на масштабирование их производственного потенциала и углубление промышленной специализации. Кроме того, на стыке зон роста и спада целесообразно развитие связующей инфраструктуры, поддержка малого и среднего предпринимательства и формирование межмуниципальных производственных цепочек, что будет способствовать выравниванию пространственного промышленного развития.

В перспективе целесообразно расширить аналитическую рамку исследования за счет включения дополнительных социально-экономических индикаторов, таких как уровень инвестиций, занятости и инновационной активности, а также апробировать регрессионные модели с пространственными зависимостями (в том числе пространственным лагом и ошибкой) для более глубокой интерпретации факторов, определяющих территориальные различия в промышленной динамике.

Список литературы

1. Федоров, Г. М. 2022, Экономика регионов России на Балтике: уровень и динамика развития, структура, внешнеторговые партнерства, *Балтийский регион*, т. 14, № 4, с. 20—38, EDN: QYCBII, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2022-4-2>
2. Kapoor, K., Bigdeli, A. Z., Dwivedi, Y. K., Raman, R. 2021, How is COVID-19 altering the manufacturing landscape? A literature review of imminent challenges and management interventions, *Annals of Operations Research* (advance online publication), EDN: RJRHRW, <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04397-2>
3. Stepanov, A. V., Burnasov, A. S., Valiakhmetova, G. N., Ilyushkina, M. Y. 2022, The impact of economic sanctions on the industrial regions of Russia (the case of Sverdlovsk region), *R-economy*, vol. 8 (3), p. 295—305, EDN: JJRZJI, <https://doi.org/10.15826/recon.2022.8.3.023>
4. Малкина, М. Ю. 2024, Промышленность российских регионов в условиях новых антироссийских санкций, *Пространственная экономика*, т. 20, № 3, с. 39—66, EDN: DNNMZK, <https://doi.org/10.14530/se.2024.3.039-066>
5. Kuznetsova, O. V. 2021, Economy of Russian regions in the pandemic: Are resilience factors at work? *Regional Research of Russia*, vol. 11 (4), p. 419—427, EDN: BPQBWE, <https://doi.org/10.1134/S2079970521040237>
6. Shirov, A. 2022, The Russian economy under the impact of the pandemic crisis, *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 92 (4), p. 536—543, EDN: QPEDGB, <https://doi.org/10.1134/S1019331622040232>

7. Емельянова, Л. Л., Лялина, А. В. 2020, Рынок труда эксклавной Калининградской области в условиях пандемии COVID-19, *Балтийский регион*, т. 12, № 4, с. 61—82, EDN: DRMHKM, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2020-4-4>
8. Зубаревич, Н. В. 2025, Влияние санкций на развитие регионов России в 2022—2024 годах, *Журнал Новой экономической ассоциации*, № 1 (66), с. 274—281, EDN: SUZWO0, https://doi.org/10.31737/22212264_2025_1_274-281
9. Земцов, С. П. 2024, Санкционные риски и региональное развитие (на примере России), *Балтийский регион*, т. 16, № 1, с. 23—45, EDN: ZJSZOM, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2024-1-2>
10. Alov, I. N., Pilyasov, A. N. 2023, The spread of the COVID-19 infection in Russia's Baltic macro-region: internal differences, *Baltic Region*, vol. 15, № 1, p. 96—119, EDN: WEIABP, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2023-1-6>
11. Землянский, Д. Ю., Чуженькова, В. А. 2025, Производственная зависимость от импорта в регионах России после 2022 года, *Журнал Новой экономической ассоциации*, № 1, с. 282—290, EDN: OYFRAB, https://doi.org/10.31737/22212264_2025_1_282-290
12. Lukin, E., Leonidova, E., Shirokova, E., Rumyantsev, N., Sidorov, M. 2023, Russian economy under sanctions (case of the Northwest of Russia), *National Accounting Review*, vol. 5, № 2, p. 145—158, EDN: JHTEBQ, <https://doi.org/10.3934/NAR.2023009>
13. Anselin, L. 1988, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht, Springer Dordrecht, 284 p., <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7799-1>
14. Гафарова, Е. А. 2017, Эмпирические модели регионального экономического роста с пространственными эффектами: результаты сравнительного анализа, *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика*, т. 12, № 4, с. 561—574, EDN: ZXFQCX, <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2017-4-561-574>
15. Беляева, А. В. 2012, Использование пространственных моделей в массовой оценке стоимости объектов недвижимости, *Компьютерные исследования и моделирование*, т. 4, № 3, с. 639—650, EDN: PJFGFT
16. Шаклеина, М. В., Шаклеин, К. И. 2022, Факторы регионального развития предпринимательства России: оценка и роль пространственных взаимосвязей, *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, т. 15, № 5, с. 118—134, EDN: FOGSTV, <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.6>
17. Brunson, C., Fotheringham, A., Charlton, M. 1996, Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity, *Geographical Analysis*, vol. 28, № 4, p. 281—298, <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>
18. Comber, A., Brunson, C., Charlton, M., Dong, G., Harris, R., Lu, B., Lü, Y., Murakami, D., Nakaya, T., Wang, Y., Harris, P. 2023, A route map for successful applications of geographically weighted regression, *Geographical Analysis*, vol. 55, № 1, p. 155—178, EDN: RDYVPG, <https://doi.org/10.1111/gean.12316>
19. Мамонтов, Д., Островская, Е. 2022, *Региональная конвергенция в России: подход на основе географически взвешенной регрессии*, Москва, Центральный банк России, № 98, 37 с., URL: https://www.cbr.ru/statichtml/file/138725/wp_98.pdf (дата обращения: 15.03.2025).
20. Moran, P. A. P. 1950, Notes on continuous stochastic phenomena, *Biometrika*, vol. 37, № 1/2, p. 17—23, EDN: ILMNB, <https://doi.org/10.2307/2332142>
21. Geary, R. C. 1954, The contiguity ratio and statistical mapping, *Incorporated Statistician*, vol. 5, p. 115—145, <https://doi.org/10.2307/2986645>
22. Grekousis, G. 2020, *Spatial Analysis Methods and Practice*, Cambridge, Cambridge University Press, 518 p., <https://doi.org/10.1017/9781108614528>
23. Getis, A., Ord, J. K. 1992, The analysis of spatial association by use of distance statistics, *Geographical Analysis*, vol. 24, № 3, p. 189—206, <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>
24. Yang, Y., Liu, Y., Zhu, C., Chen, X., Rong, Y., Zhang, J., Huang, B., Bai, L., Chen, Q., Su, Y., Yuan, S. 2022, Spatial identification and interactive analysis of urban production — living — ecological spaces using point of interest data and a two-level scoring evaluation model, *Land*, vol. 11, № 10, art. № 1814, EDN: EPCBKK, <https://doi.org/10.3390/land11101814>

25. Hassan, M. M., Alenezi, M. S., Good, R. Z. 2020, Spatial pattern analysis of manufacturing industries in Keraniganj, Dhaka, Bangladesh, *GeoJournal*, vol. 85, № 1, p. 269—283, EDN: XYTHPC, <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9961-5>

26. Окунев, И. Ю. 2024, Глобальная и локальная пространственная автокорреляция: методы расчета и картографирования, *Псковский регионологический журнал*, т. 20, № 2, с. 170—191, EDN: WNKQSS, <https://doi.org/10.37490/S221979310030291-3>

27. Pletnev, D. A., Kozlova, E. V., Naumova, K. A. 2024, Regional features of Russian gazelles during the pandemic, *Economy of Regions*, vol. 20, № 3, p. 686—701, EDN: DJGMDR, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-3-6>

28. Dai, R., Mookherjee, D., Quan, Y., Zhang, X. 2021, Industrial clusters, networks and resilience to the COVID-19 shock in China, *Journal of Economic Behavior and Organization*, № 183, p. 433—455, EDN: FBWSVL, <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.01.017>

29. Карлова, Н., Пузанова, Е. 2023, *Российская обрабатывающая промышленность в условиях санкций: результаты опроса предприятий*, аналитическая записка, Москва, Центральный банк России, 19 с. URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/154320/analytic_note_20230926_dip.pdf (дата обращения: 15.03.2025).

Об авторах

Сергей Сергеевич Красных, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Россия.

<https://orcid.org/0000-0002-2692-5656>

E-mail: krasnykh.ss@uiec.ru



Представлено для возможной публикации в открытом доступе в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution — Noncommercial — NoDerivative Works <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> (CCBY-NC-ND 4.0)

REGIONAL PATTERNS OF THE MANUFACTURING INDUSTRY IN THE BALTIC REGIONS OF RUSSIA: A MORAN'S I SPATIAL ANALYSIS

S. S. Krasnykh 

Institute of Economics Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
29 Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russia

Received 1 May 2025

Accepted 23 July 2025

doi: 10.5922/2079-8555-2025-3-6

© Krasnykh, S. S., 2025

The manufacturing industry of Russia's Baltic regions has faced major global challenges in recent years, including the COVID-19 pandemic and Western sanctions. This study aims to identify the spatiotemporal effects of these external shocks on industrial dynamics in Saint Petersburg, Leningrad and Kaliningrad regions, and to identify local clusters of industrial growth and decline. The methodological framework of the study is spatial analysis based on differential

To cite this article: Krasnykh, S. S. 2025, Regional patterns of the manufacturing industry in the Baltic Regions of Russia: a Moran's I spatial analysis, *Baltic Region*, vol. 17, № 3, p. 102—122.
doi: 10.5922/2079-8555-2025-3-6

global and local Moran's I statistics, which allows for the assessment of spatial autocorrelation in changes in industrial output at the municipal level during 2019–2023. Official Rosstat data, normalized (deflated) to pre-crisis levels, serve as the empirical basis of the study. The findings reveal pronounced heterogeneity in regional responses. In the Kaliningrad region, extensive zones of industrial decline emerged, reflecting the region's high dependence on imports. By contrast, several municipalities in the Leningrad region demonstrated growth, supported by production diversification and government measures. These results make it possible to identify local poles of decline and growth, highlighting significant spatial disparities in the resilience of the manufacturing sector across Russia's Baltic regions.

Keywords:

Baltic regions, Russia, manufacturing industry, municipalities, spatiotemporal autocorrelation, pandemic, sanctions

References

1. Fedorov, G. M. 2022, The economy of Russian Baltic regions: development level and dynamics, structure and international trade partners, *Baltic Region*, vol. 14, №4, p. 20–38, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2022-4-2>
2. Kapoor, K., Bigdeli, A. Z., Dwivedi, Y. K., Raman, R. 2021, How is COVID-19 altering the manufacturing landscape? A literature review of imminent challenges and management interventions, *Annals of Operations Research* (advance online publication), <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04397-2>
3. Stepanov, A. V., Burnasov, A. S., Valiakhmetova, G. N., Ilyushkina, M. Y. 2022, The impact of economic sanctions on the industrial regions of Russia (the case of Sverdlovsk region), *R-economy*, vol. 8 (3), p. 295–305, <https://doi.org/10.15826/recon.2022.8.3.023>
4. Malkina, M. Y. 2024, Industry of Russian Regions Under New Anti-Russian Sanctions, *Spatial Economics*, №3, p. 39–66, <https://doi.org/10.14530/se.2024.3.039-066>
5. Kuznetsova, O. V. 2021, Economy of Russian regions in the pandemic: Are resilience factors at work? *Regional Research of Russia*, vol. 11 (4), p. 419–427, <https://doi.org/10.1134/S2079970521040237>
6. Shirov, A. 2022, The Russian economy under the impact of the pandemic crisis, *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 92 (4), p. 536–543, <https://doi.org/10.1134/S1019331622040232>
7. Yemelyanova, L. L., Lyalina, A. V. 2020, The labour market of Russia's Kaliningrad exclave amid COVID-19, *Baltic Region*, vol. 12, №4, p. 61–82, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2020-4-4>
8. Zubarevich, N. V. 2025, The impact of sanctions on the development of Russian regions in 2022–2024, *Zhurnal Novoi Ekonomicheskoi Associacii Journal of the New Economic Association*, №1-66, p. 274–281, https://doi.org/10.31737/22212264_2025_1_274-281
9. Zemtsov, S. P. 2024, Sanctions risks and regional development: Russian case, *Baltic Region*, vol. 16, №1, p. 23–45, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2024-1-2>
10. Alov, I. N., Pilyasov, A. N. 2023, The spread of the COVID-19 infection in Russia's Baltic macro-region: internal differences, *Baltic Region*, vol. 15, №1, p. 96–119, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2023-1-6>
11. Zemlyanskii, D. Yu., Chuzhenkova, V. A. 2025, Production dependence on import in the Russian regions after 2022, *Zhurnal Novoi Ekonomicheskoi Associacii Journal of the New Economic Association*, №1-66, p. 282–290, https://doi.org/10.31737/22212264_2025_1_282-290
12. Lukin, E., Leonidova, E., Shirokova, E., Rummyantsev, N., Sidorov, M. 2023, Russian economy under sanctions (case of the Northwest of Russia), *National Accounting Review*, vol. 5, №2, p. 145–158, <https://doi.org/10.3934/NAR.2023009>
13. Anselin, L. 1988, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht, Springer Dordrecht, 284 p., <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7799-1>
14. Gafarova, E. A. 2017, Empirical models of regional economic growth with spatial effects: comparative analysis results, *Perm University Herald. Economy*, vol. 12, №4, p. 561–574, <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2017-4-561-574> (in Russ.).

15. Belyaeva, A. V. 2012, Spatial models in mass appraisal of real estate, *Computer Research and Modeling*, vol. 4, № 3, p. 639—650 (in Russ.).
16. Shackleina, M. V., Shacklein, K. I. 2022, Drivers of entrepreneurship development in Russia's regions: assessment and the role of spatial interrelations, *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, vol. 15, № 5, p. 118—134, <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.6>
17. Brunson, C., Fotheringham, A., Charlton, M. 1996, Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity, *Geographical Analysis*, vol. 28, № 4, p. 281—298, <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>
18. Comber, A., Brunson, C., Charlton, M., Dong, G., Harris, R., Lu, B., Lü, Y., Murakami, D., Nakaya, T., Wang, Y., Harris, P. 2023, A route map for successful applications of geographically weighted regression, *Geographical Analysis*, vol. 55, № 1, p. 155—178, EDN: R DYVPG, <https://doi.org/10.1111/gean.12316>
19. Mamontov, D., Ostrovskaya, E. 2022, *Regional Convergence in Russia: An Approach Based on Geographically Weighted Regression*, Moscow, Central Bank of Russia, № 98, 37 p. (in Russ.), URL: https://www.cbr.ru/statichtml/file/138725/wp_98.pdf (accessed 15.03.2025).
20. Moran, P. A. P. 1950, Notes on continuous stochastic phenomena, *Biometrika*, vol. 37, № 1/2, p. 17—23, <https://doi.org/10.2307/2332142>
21. Geary, R. C. 1954, The contiguity ratio and statistical mapping, *Incorporated Statistician*, vol. 5, p. 115—145, <https://doi.org/10.2307/2986645>
22. Grekousis, G. 2020, *Spatial Analysis Methods and Practice*, Cambridge, Cambridge University Press, 518 p., <https://doi.org/10.1017/9781108614528>
23. Getis, A., Ord, J. K. 1992, The analysis of spatial association by use of distance statistics, *Geographical Analysis*, vol. 24, № 3, p. 189—206, <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>
24. Yang, Y., Liu, Y., Zhu, C., Chen, X., Rong, Y., Zhang, J., Huang, B., Bai, L., Chen, Q., Su, Y., Yuan, S. 2022, Spatial identification and interactive analysis of urban production — living — ecological spaces using point of interest data and a two-level scoring evaluation model, *Land*, vol. 11, № 10, art. № 1814, <https://doi.org/10.3390/land11101814>
25. Hassan, M. M., Alenezi, M. S., Good, R. Z. 2020, Spatial pattern analysis of manufacturing industries in Keraniganj, Dhaka, Bangladesh, *GeoJournal*, vol. 85, № 1, p. 269—283, <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9961-5>
26. Okunev, I. 2024, Global and local spatial autocorrelation: methods of calculation and mapping, *Pskov Journal of Regional Studies*, vol. 20, № 2, p. 170—191, <https://doi.org/10.37490/S221979310030291-3>
27. Pletnev, D. A., Kozlova, E. V., Naumova, K. A. 2024, Regional features of Russian gazelles during the pandemic, *Economy of Regions*, vol. 20, № 3, p. 686—701, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-3-6>
28. Dai, R., Mookherjee, D., Quan, Y., Zhang, X. 2021, Industrial clusters, networks and resilience to the COVID-19 shock in China, *Journal of Economic Behavior and Organization*, № 183, p. 433—455, <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.01.017>
29. Karlova, N., Puzyanova, E. 2023, *Russian manufacturing industry under sanctions: results of a survey of enterprises, analytical note*, Moscow, Central Bank of Russia, 19 p. (in Russ.), URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/154320/analytic_note_20230926_dip.pdf (accessed 15.03.2025).

The author

Dr **Sergey S. Krasnykh**, Senior Research Fellow, Institute of Economics Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia.

<https://orcid.org/0000-0002-2692-5656>

E-mail: krasnykh.ss@uiiec.ru



Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution — Noncommercial — No Derivative Works <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> (CC BY-NC-ND 4.0)