

# УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ, ОТРАСЛЕЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

DOI: 10.15838/ptd.2026.3.143.5

УДК 332.146 | ББК 65.050.2

© Поляков Р.К.

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ ОТРАСЛЕВЫХ КЛАСТЕРОВ: МЕТОДОЛОГИЯ И АПРОБАЦИЯ



### РУСЛАН КОНСТАНТИНОВИЧ ПОЛЯКОВ

Калининградский государственный технический университет

Калининград, Российская Федерация

e-mail: ruslan.polyakov@klgtu.ru

ORCID: 0000-0002-6779-1383; ResearcherID: P-5407-2015

*Осмысление динамики измерения кластерных процессов невозможно без опоры на фундаментальные разработки российской научной школы, в рамках которой сформировалась современная научная парадигма пространственного анализа России. В связи с этим данное исследование посвящено актуальной проблеме пространственного анализа кластеров с позиции теории самоорганизации сложных адаптивных систем. Его цель состоит в разработке и апробации методологии выявления и оценки пространственных паттернов самоорганизации на примере судостроительной и судоремонтной отрасли Калининградской области. Анализ пространственного распределения кластеров требует междисциплинарного синтеза экономической географии, региональной экономики и теории сетей, поскольку именно при пересечении этих направлений возникают наиболее продуктивные инструменты для выявления закономерностей локализации кластерных образований. Методологический аппарат базируется на комплексном применении инструментов пространственной статистики в среде геоинформационных систем. На примере судостроения и судоремонта Калининградской области было продемонстрировано, что традиционный взгляд на кластер как на простую географическую агломерацию является недостаточным. Применение комплекса методов пространственной статистики показало свою эффективность для многоуровневой диагностики. Результаты исследования демонстрируют, что в региональном масштабе распределение предприятий статистически не отличается от случайного, однако на уровне городского округа «Город Калининград» выявлена статистически*

**Для цитирования:** Поляков Р.К. (2026). Пространственная самоорганизация отраслевых кластеров: методология и апробация // Проблемы развития территории. Т. 30. № 3. С. 77–98. DOI: 10.15838/ptd.2026.3.143.5

**For citation:** Polyakov R.K. (2026). Spatial self-organization of industry clusters: Methodology and approbation. *Problems of Territory's Development*, 30(3), 77–98. DOI: 10.15838/ptd.2026.3.143.5

значимая пространственная кластеризация, формирующая ядро потенциального самоорганизующегося кластера. Установлено, что концентрация предприятий тяготеет к ключевой инфраструктуре и проявляется на определенных пространственных масштабах, т. е. радиусах, что подтверждает действие агломерационных эффектов и наличие условий для синергетического взаимодействия. Полученные результаты показывают, что предлагаемый методический подход позволяет осуществить качественный переход от констатации географической концентрации к диагностике процессов самоорганизации. Это имеет важное практическое значение для формирования адресной территориальной политики целенаправленного развития кластеров в региональном масштабе.

*Пространство, распределение, промышленность, кластер, местоположение, судостроение, судоремонт, самоорганизация.*

### Введение

Осмысление пространственного измерения кластерных процессов невозможно без опоры на фундаментальные разработки, сформировавшие современную научную парадигму пространственного анализа в России (Широв и др., 2025). Особое значение в этом плане имеет завершившийся в 2011 году трехлетний цикл программ фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук, среди которых ключевое место занимала программа «Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез» под координацией академика А.Г. Гранберга (Гранберг, 2009). Она заложила теоретико-методологические основы для понимания пространства не как статичного географического фона, а как активного, динамичного и многофакторного измерения социально-экономического развития – подхода, который в полной мере соответствует экосистемной логике кластерной самоорганизации.

В последующем цикле 2012–2014 гг. была утверждена программа «Роль пространства в модернизации России: природный и социально-экономический потенциал», развившая идеи предшественницы, но с акцентом на географические аспекты трансформации пространственной структуры страны в контексте общегосударственной модернизации.

В монографии, обобщающей результаты первой программы (Авксентьев и др., 2013), представлен междисциплинарный синтез, охватывающий концептуальные основы пространственного подхода, влияние природной и социокультурной среды, трансформацию экономического и инновационного пространства (Yu et al., 2025), а также методологию анализа и прогнозирования территориальной структуры. Особенно значимым для нашего исследования является положение о том, что понятие пространства в экономике выходит за традиционные рамки своего преимущественно географического определения. Исследования региональной экономики приобретают новые черты именно вследствие включения в анализ более широкого круга факторов: социальных, политических, правовых, технологических (Фетисов и др., 2012; Михеева, 2025).

Опыт междисциплинарного синтеза и исследований российского пространства стал той базой, которая была интегрирована в развитие «Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года»<sup>1</sup> и «Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года»<sup>2</sup> и связанных с ними документов (Широв и др., 2024; Кузнецова, Дружинин, 2024).

<sup>1</sup> Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 13 февраля 2019 года № 207-р.

<sup>2</sup> Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года: Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р.

Такой подход с расширением содержания «пространства» как научной категории позволяет рассматривать кластерные экосистемы не только как географически локализованные образования, но и как сложные адаптивные системы, чья самоорганизация обусловлена взаимодействием множества нелинейных, часто нематериальных факторов – от плотности сетевых связей до уровня институционального доверия и когнитивной близости участников. Именно в этом контексте становится методологически оправданным применение инструментов пространственного анализа, способных улавливать не только физическую концентрацию акторов, но и скрытые факторы их взаимозависимости (Широв и др., 2025; Foutakis, 2025).

Вместе с тем анализ пространственного распределения кластеров требует междисциплинарного синтеза экономической географии, региональной экономики и теории сетей, поскольку именно при пересечении этих направлений возникают наиболее продуктивные инструменты для выявления закономерностей локализации кластерных образований (Park et al., 2019). Современные подходы к изучению географического размещения кластеров все чаще опираются не только на традиционные статистические и картографические методы, но и на геоинформационные технологии (программы QGIS, ArcGIS и др.), пространственную эконометрику, а также на анализ больших данных о местоположениях предприятий и инфраструктурных узлов (Park et al., 2019; Zeng et al., 2023). Это позволяет не только фиксировать существующие паттерны концентрации, но и моделировать потенциальные сценарии их трансформации под влиянием технологических, институциональных и глобальных экономических сдвигов (Qi et al., 2024).

### Материалы и методы

В рамках экосистемного подхода к анализу самоорганизации кластеров одним из ключевых методологических вызовов становится работа с многомерными данными,

в которых отражаются сложные нелинейные взаимосвязи между экономическими, технологическими, институциональными и пространственными факторами (Попов и др., 2021; Попов, 2023). Хотя адекватное описание кластерной динамики объективно требует учета широкого спектра переменных – от плотности инновационной активности до уровня сетевой кооперации и инфраструктурной доступности – рост размерности пространства признаков неизбежно порождает серьезные аналитические трудности (Purbasari et al., 2023).

Для минимизации таких трудностей автором разработан алгоритм проведения комплексного анализа кластерной экосистемы (рис. 1). Он визуализирует линейную модель и отражает последовательный процесс исследования, начинающийся со сбора и подготовки данных, за которым следуют этапы пространственного анализа, сетевого анализа, интеграции результатов и завершающийся формулированием выводов и рекомендаций.



Рис. 1. Алгоритм комплексного анализа кластерной экосистемы  
Источник: составлено автором.

Центральным инструментом для количественной оценки этих процессов становится анализ пространственной автокорреляции, основанный на применении общего индекса Морана (Krasnykh, 2025). Данный метод позволяет оценить степень пространственной зависимости между объектами (например, предприятиями, научными центрами или инфраструктурными узлами), принимая во внимание как их географическое расположение, так и значения связанных атрибутов, таких как объем инвестиций, уровень инновационной активности, плотность сотрудничества и пр. Индекс ( $I$ ) Морана формализует гипотезу о том, что «подобное притягивается к подобному» – принцип, который в экосистемном подходе интерпретируется как проявление самоорганизующихся сил, способствующих концентрации ресурсов, знаний и компетенций в определенных территориальных узлах (Sun et al., 2022).

Формально индекс Морана рассчитывается по формуле (1) (Griffith, 1987):

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}, \quad (1)$$

где  $z_i$  – отклонение атрибута для объекта  $i$  от его среднего значения ( $x_i - \bar{X}$ );

$w_{i,j}$  – пространственный вес между объектами  $i$  и  $j$ ;

$n$  – общее число объектов;

$S_0$  – совокупность всех пространственных весов.

В рамках описываемого нами подхода к анализу самоорганизации кластеров ключевое значение приобретает выявление локальных «якорных зон» – территориальных узлов, где концентрируются высокие (или, наоборот, низкие) значения инновационной активности, инвестиций или сетевой плотности. Для этого применяется инструмент кластеризации с высокими/низкими значениями (общий показатель Getis-Ord  $G$ , оцениваемый в программе ArcGis) (Mitchel, 2005), статистический инструмент, ориентированный на обнаружение аномальных

скопления экстремальных значений в пространстве.

Степень кластеризации будем определять на основе общего индекса  $G$ , который исчисляется по следующей формуле:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, \quad \forall j \neq i, \quad (2)$$

где  $x_i$  и  $x_j$  – атрибутивные значения для объектов  $i$  и  $j$ ;

$w_{i,j}$  – пространственный вес для пары объектов  $i$  и  $j$ ;

$n$  соответствует общему числу объектов в наборе;

$\forall j \neq i$  показывает, что объекты  $i$  и  $j$  не могут быть одним и тем же объектом.

Следующим рассмотренным нами методом станет пошаговая пространственная автокорреляция, позволяющая выявить оптимальный пространственный масштаб, на котором проявляются процессы кластеризации. Инструмент последовательно применяет индекс Морана на возрастающих расстояниях, фиксируя соответствующие  $z$ -оценки. З. Чжао и Н. Левин рекомендуют эти «критические расстояния» использовать в других инструментах анализа, например при задании радиуса поиска соседей, который рассчитывается на основе эллипса стандартных отклонений. Наличие одного или нескольких пиков отражает многоуровневую структуру кластерной экосистемы – от локальных узлов до межрегиональных сетей (Levine, 2004; Zhao et al., 2023).

Представленные в данном разделе количественные паттерны приобретают глубокий смысл лишь в контексте эволюционной динамики кластеров как адаптивных систем (Mitchell, 1999; Martin, Sunley, 2020). Действительно, в парадигме регионального экономического развития кластеры утвердились в качестве ключевых драйверов инновационного роста, повышения конкурентоспособности и обеспечения устойчивости национальных экономик, требуют разработки новых подходов к их идентификации и анализу (Широв, 2020; Smorodinskaya, Katukov, 2019).

Сегодня формирование и развитие кластеров признается эффективным инструментом для стимулирования экономического роста и повышения международной конкурентоспособности любой страны. Распространение кластерных инициатив в различных секторах и географических зонах в мире свидетельствует о высокой эффективности данной модели развития. При этом функционирование зрелого кластера создает благоприятную среду для развития малого и среднего предпринимательства, способствуя формированию комплексной экосистемы, включающей в себя новые возможности и инфраструктурные решения.

Так, анализ данных Государственной информационной системы промышленности (ГИСП) Минпромторга показывает, что в настоящее время в России доминирующее положение занимают индустриальные парки, которых по состоянию на июнь 2025 года насчитывается 380 ед., в то время как технопарков – 137 ед., а кластеров начального уровня – только 43 ед., что говорит о начале формирования инновационной базы в стране. В то же время среднего уровня развития достигли только 8 ед., что указывает на трудности масштабирования начальных проектов и актуальность исследуемой проблемы.

Рассмотрение производственных кластеров в структуре экономического планирования имеет важное значение для оптимизации аллокации ресурсов и формирования устойчивых региональных конкурентных преимуществ. Между тем, в условиях нарастающей турбулентности глобальной среды, санкционного давления и промышленной революции в области искусственного интеллекта традиционные детерминистские подходы к управлению экономическими системами демонстрируют свою ограниченность. Это, в свою очередь, актуализирует изучение кластеров, проявляющих свойства самоорганизующихся систем – сложных, открытых, нелинейных структур, способных к спонтанному упорядочиванию, адаптации и коэволюции в ответ на вызовы внешней среды (Polyakov, Brizhak, 2023).

### Результаты исследования

В контексте решения указанной методологической проблемы особый интерес представляет исследование конкретных отраслевых комплексов (Druzhinin et al., 2025), демонстрирующих признаки самоорганизации. Ярким примером для такого анализа может служить отрасль судостроения и судоремонта. Эмпирической основой для идентификации кластерного потенциала в стране выступают данные о пространственном распределении предприятий отрасли (Поляков, Брижак, 2024).

Судоремонтные и судостроительные предприятия являются одной из важнейших отраслей экономики Российской Федерации. Данный сектор обеспечивает создание рабочих мест, налоговые отчисления и значительный вклад в экономическое будущее региона. Однако, несмотря на все преимущества, предприятия судостроения и судоремонта сталкиваются с большими трудностями, связанными с высокой стоимостью оборудования и ресурсов (особенно в условиях санкций), сложными процедурами сертификации и лицензирования, а также с недостаточным финансированием и поддержкой (Поляков, Брижак, 2024).

Для решения текущих проблем в рамках государственной политики развития экономики страны принимаются меры по оказанию поддержки предприятиям отрасли судостроения и судоремонта. Судостроение, являясь неотъемлемой частью машиностроительного комплекса и оборонно-промышленного комплекса России, играет стратегически важную роль в обеспечении национальной безопасности и экономического суверенитета. На сегодня крупнейшими центрами судостроения в Российской Федерации выступают Санкт-Петербург, Северодвинск, Нижний Новгород и Калининградская область. Согласно данным 2024 года, в стране функционировало более 180 крупных судостроительных предприятий, из которых около 87 находились в государственной собственности. Такая структура отражает значительную роль государства в развитии и регулировании судостроительной отрасли.

Далее в *таблице 1* представлена динамика производства отдельных видов продукции судостроения и оборудования.

В ходе анализа данных таблицы 1 выявлен ряд неоднозначных тенденций в сегменте речных пассажирских судов. Так, с начала исследуемого периода наблюдается общая положительная динамика с пиковым значением в 2020 году, после чего произошли снижение и стабилизация производства. Производство судов смешанного плавания «река – море» демонстрирует волатильность с резким увеличением в 2022 году, однако с последующим возвратом к минимальным значениям.

В сегменте грузовых судов отмечается нестабильность производства морских наливных судов. Производство сухогрузных морских судов демонстрирует тенденцию к росту в течение рассматриваемого периода. Производство прогулочных и спортивных судов демонстрирует устойчивый рост. Данные свидетельствуют о потенциале развития сектора малотоннажного судостроения.

В то же время в отрасли многие компании заняты не только судостроением и судоремонтом, но и смежными секторами, такими как производство двигательного, гидроакустического, навигационного, вспомогательного, палубного и другого оборудования; материалов и комплектующих для судов, а также осуществляющих научную деятельность в области кораблестроения и морской техники.

В *таблице 2* представлено распределение предприятий отрасли судостроения и судоремонта по федеральным округам Российской Федерации.

Анализ распределения предприятий судостроения и судоремонта по федеральным округам РФ в 2023 году выявляет выраженную территориальную неравномерность. Наибольшая их концентрация наблюдается в Северо-Западном федеральном округе, где сосредоточено 625 предприятий (35% от общего числа), которые обеспечили 48% общей выручки в сумме 146,7 млрд руб. и 54% занятых в отрасли (66 тыс. человек).

**Таблица 1. Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 по 2023 год**

Наименование	Год						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Суда речные пассажирские, ед.	12	9	17	29	19	23	22
Суда пассажирские смешанного плавания «река – море», ед.	1	2	2	1	1	7	1
Суда наливные морские, ед.	2				1		
Суда наливные речные, ед.		7	1				
Суда наливные смешанного плавания «река – море», ед.	7	3					14
Суда сухогрузные морские, ед.	1		8		2	3	4
Суда грузопассажирские морские, ед.	1				1		
Суда сухогрузные речные, ед.	2	1	1	2	1	6	1
Суда сухогрузные смешанного плавания «река – море», ед.		5	9	18	15	5	8
Суда морские буксирные, ед.	8	1	1	4	36		1
Суда прогулочные и спортивные, тыс. шт.	76,3	74,2	79,7	88,3	117,4	132,5	167,4
Суда прогулочные или спортивные прочие; лодки гребные, шлюпки и каноэ, тыс. штук	10,9	7,8	6,9	4,9	7,0	12,8	15,3
Составлено по: Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 г. URL: <a href="https://fedstat.ru/indicator/58636">https://fedstat.ru/indicator/58636</a> ; Промышленное производство в России. 2023 // Федеральная служба государственной статистики. URL: <a href="https://rosstat.gov.ru/storage/2024/03-21/99jTVCC9/Sbornik_prom_proiz_2023/Prom_proiz_06-02-2023.xlsx">https://rosstat.gov.ru/storage/2024/03-21/99jTVCC9/Sbornik_prom_proiz_2023/Prom_proiz_06-02-2023.xlsx</a> ; Производство основных видов продукции в натуральном выражении // Федеральная служба государственной статистики. URL: <a href="https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Proizvodstvo_god_s_2017.xlsx">https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Proizvodstvo_god_s_2017.xlsx</a>							

**Таблица 2. Распределение предприятий отрасли судостроения и судоремонта по федеральным округам Российской Федерации за 2023 год**

Федеральный округ	Количество фирм, ед.	Выручка, тыс. руб.	Количество работников, чел.
Дальневосточный федеральный округ	290	21563228	22042
Приволжский федеральный округ	252	98703026	19997
Северо-Западный федеральный округ	625	146715235	66006
Северо-Кавказский федеральный округ	10	91377	50
Сибирский федеральный округ	83	3438417	892
Уральский федеральный округ	27	1743301	764
Центральный федеральный округ	164	14650194	4959
Южный федеральный округ	337	18669752	7585
Общий итог	1788	305574530	122295

Составлено по: данные сервиса проверки контрагентов List-Org. URL: <https://www.list-org.com/>

Это обусловлено наличием развитой промышленной инфраструктуры и ключевых судостроительных центров, расположенных в Ленинградской, Калининградской, Архангельской и Мурманской областях, а также г. Санкт-Петербурге. Остальные округа (особенно Северо-Кавказский) играют незначительную роль. Видно, что исследуемые отрасли демонстрируют высокую географическую концентрацию, зависящую от исторически сложившихся промышленных кластеров и доступа к морским коммуникациям.

На *рисунке 2* отражена география размещения предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации. Согласно представленным данным, эти предприятия в основном сконцентрированы в местах, которые географически расположены у крупных водоемов, рек и морей.

В *таблице 3* представлены выходные данные анализа пространственной концентрации предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации.

**Рис. 2. Размещение предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации**

Составлено по: данные сервиса проверки контрагентов List-Org. URL: <https://www.list-org.com/>

Таблица 3. Анализ пространственной концентрации предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации

Мера концентрации/дисперсии	ОКВЭД2			
	30.1	30.11	30.12	33.15
Gini	0,969345	0,95515	0,935518	0,920427
Gini n	0,972936	0,95869	0,938983	0,923836
Gini w	0,957014	0,96046	0,930128	0,921742
Gini w n	0,960558	0,96402	0,933573	0,925156
HHI	0,210652	0,17050	0,088742	0,061625
HHI n	0,207729	0,16743	0,085367	0,058150
HHI eq	4,747162	5,86508	11,268654	16,227133
Hoover	0,888081	0,85717	0,826128	0,810508
Hoover w	0,003934	0,00426	0,004719	0,003763
Coulter	0,324674	0,29208	0,204714	0,175447
Atkinson	0,931474	0,87999	0,862611	0,812610
SD	40,532619	2466,03171	33,739741	288,821821
SD w	32,672611	1952,23772	44,440551	256,802381
CV	7,502964	6,73596	4,809821	3,969707
CV n	0,456616	0,40994	0,292716	0,241589
Williamson	7,317183	6,39616	4,174318	4,110894

Составлено по: данные сервиса проверки контрагентов List-Org. URL: <https://www.list-org.com/>

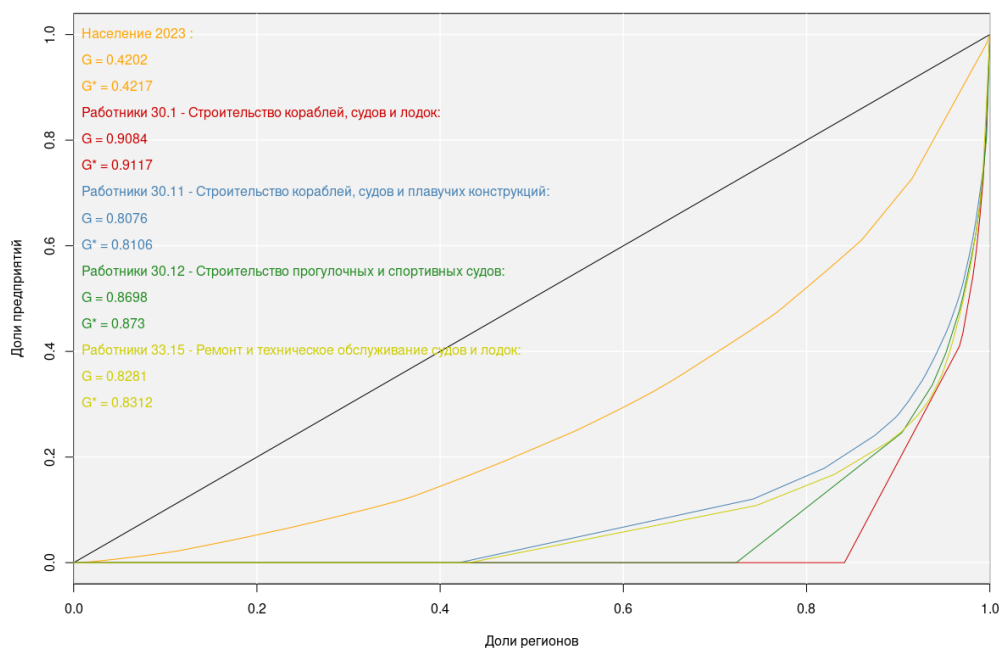
Результаты анализа демонстрируют ярко выраженную тенденцию к пространственной концентрации в отраслях судостроения и судоремонта. Так, высокие значения коэффициентов Gini от 0,92 до 0,97 указывают на значительную степень неравенства в распределении предприятий по субъектам Российской Федерации. Из этого следует, что основная масса существующей хозяйственной активности исследуемых отраслей замыкается на сравнительно небольшом круге регионов, что вполне согласуется с картографической картиной размещения предприятий. Вместе с тем следует отметить, что подобная конфигурация несет в себе риски для долгосрочной устойчивости не только рассматриваемых отраслей, но и национальной экономики в целом.

Высокие значения прочих коэффициентов, представленных в таблице 3, подтверждают вывод о том, что весьма ограниченное число регионов аккумулирует львиную долю экономической активности в исследуемых секторах. При этом повышенные показатели коэффициента Вильямсона (Williamson)

дополнительно высвечивают глубину межрегиональных контрастов в уровнях экономического развития, причем для всех отраслей без исключения, и еще раз указывают на существующую региональную асимметрию текущего промышленного развития.

На *рисунке 3* представлена диаграмма, отражающая уровень пространственной концентрации предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации, с использованием кривых Лоренца и коэффициентов Gini (G и G\*).

Анализ пространственной концентрации предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации показал, что большинство сегментов отрасли демонстрируют высокую степень территориальной концентрации. Это означает, что предприятия, занятые строительством и ремонтом судов, сконцентрированы в относительно небольшом числе регионов страны. Особенно высокая степень концентрации наблюдается в сегменте строительства кораблей, судов и лодок (30.1), а также в строительстве прогулочных и спортивных судов



**Рис. 3. Пространственная концентрация предприятий отрасли судостроения и судоремонта в Российской Федерации**

Составлено по: данные сервиса проверки контрагентов List-Org. URL: <https://www.list-org.com/>

(30.12) и в ремонте судов (33.15). Это может быть обусловлено историческими, инфраструктурными или ресурсными факторами, наличием судостроительных кластеров (например, в Санкт-Петербурге, Калининграде и на Дальнем Востоке), а также логистическими преимуществами прибрежных регионов.

Так, согласно данным за 2023 год (табл. 4), наблюдается выраженная территориальная концентрация профильных предприятий в Калининградской области. Такое распределение позволяет не только констатировать факт географической агломерации (Strano et al., 2021), но и служит отправной точкой для более глубокого анализа проявлений самоорганизации – анализа кооперационных связей, цепочек создания стоимости и институционального взаимодействия между географически близкими предприятиями, что составляет основу для идентификации самоорганизующегося кластера в судостроительной отрасли региона.

Анализ данных таблицы 4 показывает, что областной центр – городской округ «Город Калининград» является явным лидером по всем показателям. Здесь сосредото-

чено наибольшее количество работников – 1658 чел., что составляет 59,5% от общего числа занятых в отрасли; наибольшее количество фирм – 63 ед. и 83,4% всей выручки, что указывает на концентрацию основных производственных мощностей и экономических ресурсов отрасли в областном центре.

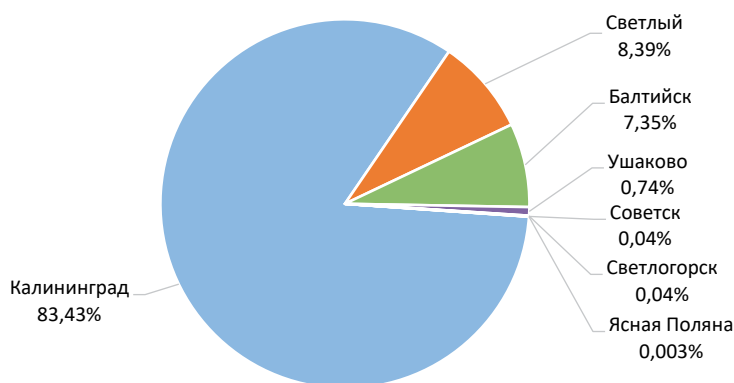
Структура распределения предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли по городам Калининградской области в 2023 году представлена на рисунке 4. Согласно ей, Светловский и Балтийский городские округа также являются важными центрами судостроительной отрасли за пределами областного центра, в основном специализируясь на судоремонте в портовой зоне.

В то же время значительная часть муниципальных округов демонстрирует нулевые показатели как по выручке, так и по наличию предприятий исследуемой отрасли. Это говорит о том, что за пределами Калининграда отраслевая активность сосредоточена фрагментарно, без устойчивых пространственных структур, что может ограничивать синергетический потенциал региональной кластерной экосистемы.

**Таблица 4. Распределение предприятий отрасли судостроения и судоремонта по муниципальным округам в Калининградской области за 2023 год**

Номер округа	Муниципальный округ	Выручка, тыс. руб.	Количество фирм, ед.	Количество работников, чел.
0	Озерский муниципальный округ	0	0	0
1	Нестеровский муниципальный округ	499	1	5
2	Янтарный городской округ	0	0	0
3	Гусевский городской округ	0	0	0
4	Краснознаменский муниципальный округ	0	0	0
5	Ладушкинский городской округ	0	0	0
6	Светлогорский городской округ	8118	2	4
7	Городской округ «Город Калининград»	15113538	63	1658
8	Пионерский городской округ	0	0	0
9	Зеленоградский муниципальный округ	0	0	0
10	Светловский городской округ	1520079	11	401
11	Гвардейский муниципальный округ	0	0	0
12	Багратионовский муниципальный округ	0	0	0
13	Черняховский муниципальный округ	0	1	1
14	Неманский муниципальный округ	0	0	0
15	Полесский муниципальный округ	0	0	0
16	Советский городской округ	6707	1	7
17	Славский муниципальный округ	0	0	0
18	Правдинский муниципальный округ	0	0	0
19	Балтийский городской округ	1330958	5	684
20	Гурьевский муниципальный округ	134310	3	28
21	Мамоновский городской округ	0	0	0

Составлено по: данные сервиса проверки контрагентов List-Org. URL: <https://www.list-org.com/>



**Рис. 4. Структура распределения предприятий отрасли судостроения и судоремонта по городам Калининградской области за 2023 год, %**

Источник: составлено автором.

### Пространственный анализ Калининградской области

Далее воспользуемся авторским набором данных DatasetOKVED с информацией о 1788 компаниях отрасли судостроения и судоремонта Российской Федерации (ОКВЭД 30.1, 30.11, 30.12, 33.15) и проведем комплексный пространственный анализ этих отраслей на примере Калининградской области. Для этого нанесем данные на карту и проанализируем распределение предприятий отрасли судостроения и судоремонта по районам Калининградской области (рис. 5).

Распределение предприятий судостроительной и судоремонтной отраслей в Калининградской области подтверждает ранее проанализированные данные и демонстрирует выраженную локальную кластеризацию в пределах городского округа «Город Калининград», что еще раз свидетельствует о концентрации производственного и инновационного потенциала в областном центре. При этом предприятия обуславливают доминирование агломерационных эффектов, проявляющихся в развитой инфраструктуре, наличии квалифицированных кадров и благоприятном инвестиционном климате.

Однако данные рисунка 5 свидетельствуют об отсутствии статистически значимой пространственной автокорреляции в распределении предприятий судостроения и судоремонта на территории

Калининградской области и имеют случайное значение. Полученные значения индекса Морана, z-оценки и p-значения также указывают на то, что пространственное распределение предприятий не имеет выраженной кластеризации или рассеивания, а скорее приближается к случайному, поскольку отсутствуют статистически значимые признаки пространственной автокорреляции. Это может быть обусловлено несколькими факторами. Во-первых, в масштабе Калининградской области, где охватывается большая территория с различными экономическими и географическими условиями, локальные кластеры, наблюдаемые в пределах города, нивелируются. Во-вторых, наличие исследуемых предприятий, расположенных за пределами города, может быть обусловлено другими факторами, не связанными с агломерационными эффектами, характерными для города, например с близостью к портам Калининград (морской и рыбный порт), Светловский, Балтийск и Пионерский, судоремонтным базам, источникам сырья или логистическим узлам. В-третьих, проведенный анализ охватывает всю территорию области, включая районы, где судостроительные и судоремонтные предприятия представлены в единичном количестве или отсутствуют вовсе, что влияет на общую картину пространственного распределения.

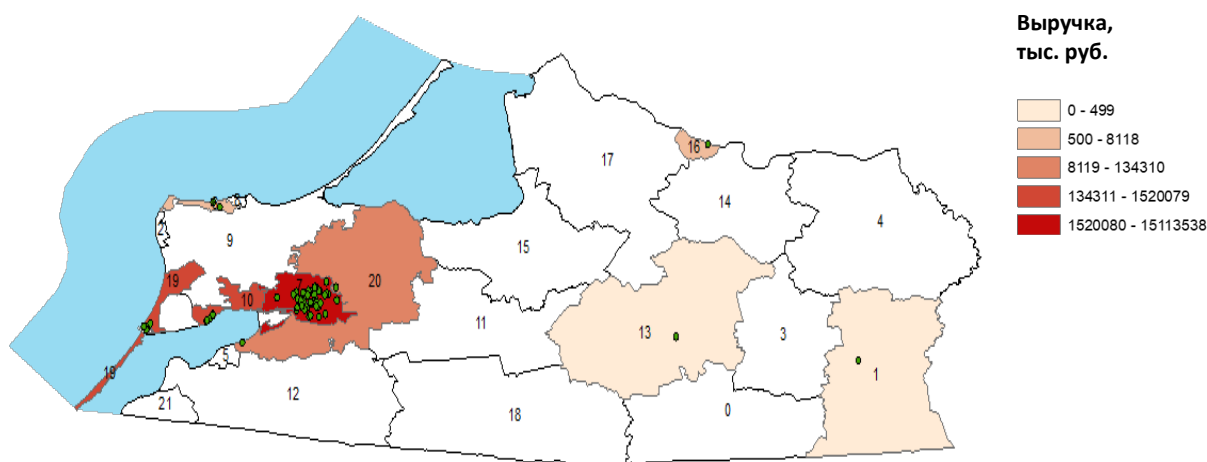


Рис. 5. Распределение выручки предприятий отрасли судостроения и судоремонта по районам Калининградской области за 2023 год

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).

В связи с выявленной концентрацией отраслевой активности в пределах городского округа «Город Калининград» дальнейшее исследование будет фокусироваться на его территориальных границах. В рамках данного этапа предполагается проведение детализированного пространственного анализа с целью идентификации ключевых факторов, обуславливающих формирование и функционирование кластерной экосистемы в городской среде, с особым акцентом на специфике судостроительной и судоремонтной отраслей. Такой подход позволит выявить локальные механизмы самоорганизации, институциональные и инфраструктурные условия, а также пространственные паттерны взаимодействия экономических агентов, способствующих или, напротив, ограничивающих развитие отраслевого потенциала на микроуровне (Druzhinin et al., 2025; Chen et al., 2024).

#### Пространственный анализ городского округа «Город Калининград»

Используя данные *таблицы 5*, проанализируем показатели концентрации предприятий отрасли судостроения и судоремонта по районам городского округа «Город Калининград». Данный анализ позволит выявить особенности размещения отрасли в городе, оценить вклад каждого района в общую картину, а также определить возможные тенденции развития.

Московский район демонстрирует подавляющее превосходство по всем трем показателям: выручка, затраты и численность работников. Значения этих показателей указывают на концентрацию основных производственных мощностей и занятости в

отрасли в данном районе. Именно здесь расположен Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» (далее – АО «ПСЗ «Янтарь») – ведущее предприятие отрасли, специализирующееся на военном и гражданском судостроении, судоремонте, а также производстве металлоконструкций и изделий в сфере машиностроения. Кроме того, в Московском районе города Калининграда сосредоточена ключевая транспортно-логистическая инфраструктура: Калининградский морской торговый порт, осуществляющий грузовые и пассажирские перевозки, Калининградский морской рыбный порт и Калининградский речной порт, расположенные на реке Преголя и осуществляющие обслуживание внутренних грузоперевозок.

Совокупность выгодного географического положения – в устье реки и на стыке морских и речных путей, а также развитая инфраструктурная база формируют пространственное ядро притяжения для отраслевых предприятий, способствуя концентрации производственных мощностей, логистических связей и кадрового потенциала, что усиливает эффекты агломерации и существенно влияет на самоорганизацию экосистемы этого отраслевого кластера.

Далее на карте (*рис. 6*) точно отмечены локации предприятий отрасли, а их совокупная выручка по районам помечена цветом. Концентрация объектов в Московском районе, а также высокие значения выручки в этой зоне свидетельствуют о формировании экономического ядра кластера, объединяющего производственные мощности и инфраструктурные узлы.

Центральный район занимает второе место по выручке в размере 279559 тыс. руб.,

**Таблица 5. Показатели концентрации предприятий отрасли судостроения и судоремонта по районам городского округа «Город Калининград» за 2023 год**

Идентификатор района	Название района города	Общая выручка, тыс. руб.	Общие затраты, тыс. руб.	Численность работников, чел.
0	Ленинградский район	95983	67737	18
1	Центральный район	279559	128240	182
2	Московский район	14737996	1697620	1458
Всего		15113538	1893597	1658

Составлено по: данные сервиса проверки контрагентов List-Org. URL: <https://www.list-org.com/>



**Рис. 6. Эллипс стандартных отклонений, отражающий пространственную концентрацию и направление распределения предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли в городском округе «Город Калининград» за 2023 год**

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).

затратам и численности работников – 182 чел. Он играет существенную роль, хотя и значительно уступает Московскому району по масштабу деятельности. Исследования показывают, что в Центральном районе в Калининграде, на улице Правой набережной, сконцентрирована часть предприятий, выполняющих такие функции, как проектирование, ремонт и снабжение, а также предприятия меньшего масштаба, специализирующиеся также на судостроении и судоремонте (например, ООО «Балтийская судоремонтная компания» и другие судоремонтные компании).

Также на карте вокруг локации предприятий построен эллипс стандартных отклонений, демонстрирующий доминирующее направление и степень рассеяния объектов. Вытянутость эллипса вдоль побережья указывает на анизотропию распределения,

обусловленную транспортно-логистическими и инфраструктурными факторами отраслевого значения.

По умолчанию размер эллипса установлен равным 1, что соответствует ядру кластера. Кроме того, был построен второй эллипс, охватывающий два стандартных отклонения, что подтверждает выдвинутую гипотезу об однородности входного класса всех отобранных пространственных объектов. Эти геометрические характеристики распределения находят количественное подтверждение в результатах статистического анализа ближайших соседей.

Далее автором был проведен анализ пространственного распределения предприятий судостроения и судоремонта в городском округе «Город Калининград» с использованием метода ближайших соседей (табл. 6).

**Таблица 6. Средняя сводка ближайших соседей по предприятиям судостроения и судоремонта городского округа «Город Калининград» за 2023 год**

Показатель	Значение
Наблюдаемое среднее расстояние	423,4645 м
Ожидаемое среднее расстояние	673,6942 м
Коэффициент ближайших соседей	0,628571
z-оценка	-5,639976
p-значение	0,000000

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).

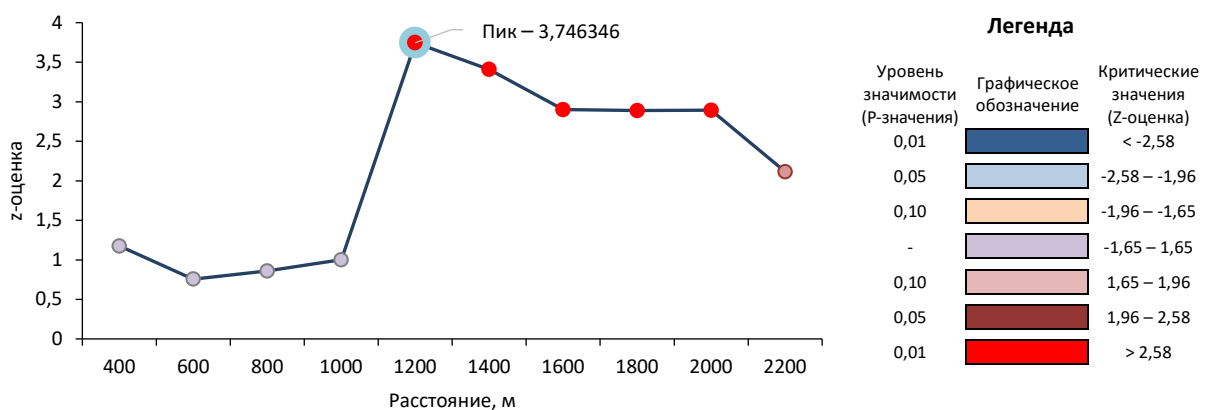
Полученные результаты анализа ближайших соседей подтверждают наличие статистически значимой пространственной кластеризации предприятий судостроительной и судоремонтной отраслей в Калининграде. Коэффициент ближайших соседей, который составляет 0,629 (существенно ниже единицы), указывает на более тесное размещение предприятий по сравнению со случайным распределением. Высокая отрицательная z-оценка (5,64) и р-значение, близкое к нулю (0,001), свидетельствуют о наличии устойчивых локальных агломерационных эффектов и функциональной взаимосвязанности участников отрасли, формирующих ядро кластерной экосистемы.

Наблюдаемое среднее расстояние между каждым предприятием и его ближайшим соседом составляет 423,46 м, что существенно ниже ожидаемого значения при случайном распределении в 673,69 м. Соответствующий коэффициент ближайших соседей равен 0,6286, что однозначно указывает на тенденцию к концентрации объектов в пространстве. Выявленная кластеризация отражает не только географическую концентрацию, но и функциональную взаимозависимость участников отрасли, формирующую основу для самоорганизации кластерной экосистемы на локальном уровне.

Далее показаны результаты пространственного автокорреляционного анализа предприятий отрасли судостроения и судоремонта по городскому округу «Город Калининград» с использованием сводки глобального индекса Морана по расстоянию (рис. 7).

Результаты показывают, что на малых расстояниях (от 400 до 1000 м) индекс I Морана принимает незначительные положительные значения – от 0,0227 до 0,0247. Однако высокие р-значения, которые находятся в диапазоне от 0,24 до 0,32, указывают на отсутствие статистически значимой автокорреляции. В то же время на средних расстояниях от 1200 до 2000 м наблюдается четкая и статистически достоверная кластеризация: индекс Морана достигает максимума 0,1245 при 1200 м ( $p = 0,0002$ ), значения на остальных расстояниях в этом диапазоне также значимы ( $p < 0,01$ ).

Полученные данные говорят о том, что предприятия отрасли склонны к локализации и группируются в радиусе от 1,2 до 2,0 км вокруг ключевых инфраструктурных центров – портовых зон, промышленных кластеров либо транспортных магистралей. На дистанции 2200 метров индекс опускается до 0,0339, однако сохраняет статистическую значимость при  $p = 0,0344$ , что говорит об ослаблении пространственных связей, но отнюдь не об их полном исчезновении.



**Рис. 7. Результат пространственного автокорреляционного анализа с использованием сводки глобального индекса Морана для предприятий отрасли судостроения и судоремонта городского округа «Город Калининград» за 2023 год**

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).

С целью верификации полученных количественных оценок автором был выполнен анализ пространственного распределения предприятий изучаемой отрасли с применением статистики General G (Липса-Геттиса). Расчет показал, что наблюдаемое значение G составляет 0,0888, что заметно превышает ожидаемую величину при случайном распределении (0,0162). Следовательно, имеет место целенаправленная концентрация предприятий в некоторых городских зонах.

Пространственная концентрация и направление распределения предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли в кластере в рамках городского округа «Город Калининград» представлены на рисунке 8.

Анализ результатов показывает, что пороговое расстояние (3948,92 м) определяет радиус, в пределах которого предприятия рассматриваются как пространственные соседи при расчете индекса. Таким образом, предприятия судостроения и судоремонта расположены не случайно, а сконцентрированы в локальных кластерах, что согласуется с гипотезой о территориальной агломерации отрасли, обусловленной наличием

инфраструктуры, логистических и производственных факторов.

Стоит отметить, что имеющийся выброс «высокое – низкое» (High-Low/HL) четко указывает на участок с высоким уровнем концентрации/производительности. Здесь расположено крупнейшее предприятие региона – АО «ПСЗ «Янтарь», однако оно окружено территориями с низкой концентрацией/производительностью. Выявленное значение также указывает на локальный центр активности, который пока не оказал существенного положительного влияния на соседние предприятия в связи со своей низкой кооперационной активностью.

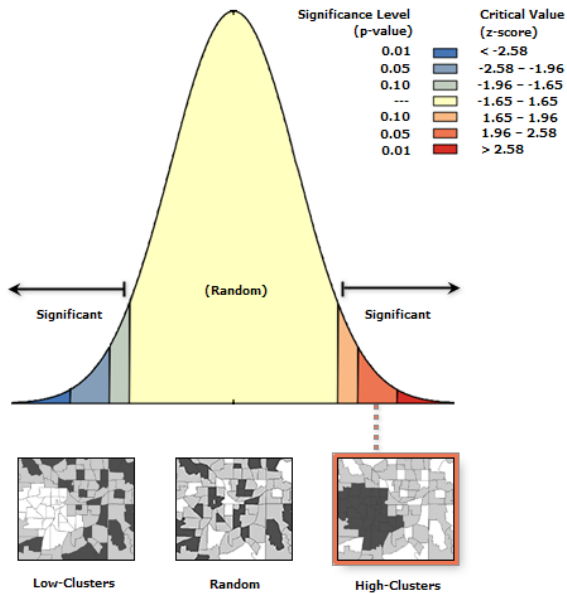
Второй выброс «низкое – высокое» (Low-High/LH) отражает противоположный участок, где территория с низкой концентрацией предприятий окружена территориями с высокой концентрацией. Это депрессивный участок внутри развитого кластера, что свидетельствует о неоднородности развития исследуемой территории.

Далее представлен графический анализ пространственной кластеризации предприятий судостроения и судоремонта городского округа «Город Калининград» с использованием статистики General G (рис. 9).



**Рис. 8. Пространственная концентрация и направление распределения предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли в кластере в городском округе «Город Калининград» за 2023 год**

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).



**Рис. 9. Анализ пространственной кластеризации предприятий судостроения и судоремонта городского округа «Город Калининград» с использованием статистики General G за 2023 год**

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).

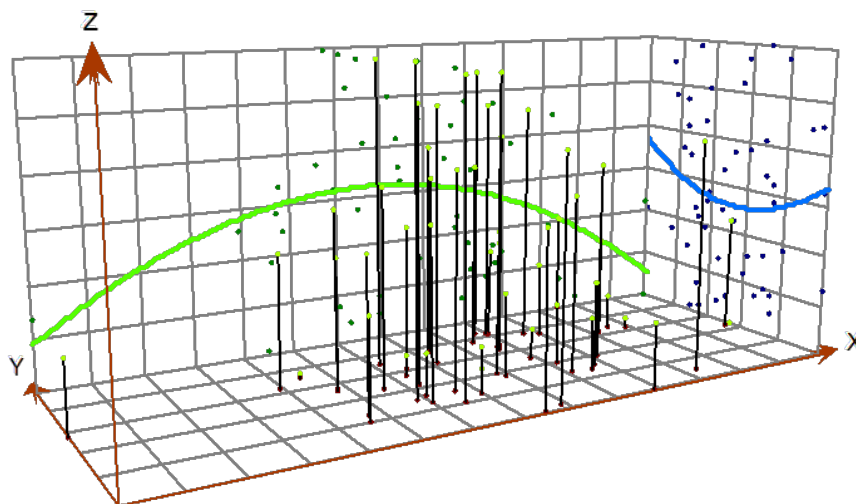
Результаты рисунка 9 согласуются с выводами, полученными ранее при анализе ближайших соседей, и подтверждают тенденцию к концентрации предприятий в

определенных районах города. Дальнейшие исследования могут быть направлены на более детальный анализ факторов, влияющих на пространственную кластеризацию предприятий судостроения и судоремонта, а также на оценку последствий этой кластеризации для экономики города и исследуемого региона.

В завершение нашего исследования воспользуемся инструментом анализа поверхности тренда (Trend Analysis) в ArcGIS с целью визуализации пространственной динамики координации связей предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли в городском округе «Город Калининград» (рис. 10).

На графике изображена трехмерная поверхность, на которой по осям X и Y отложены географические координаты пространственного размещения предприятий исследуемой отрасли, а по оси Z – интегральный показатель координации, аккумулирующий число предприятий, их выручку и численность занятых.

Данный анализ служит основой, с одной стороны, для последующего изучения сетевых взаимосвязей между предприятиями (это исследование автор планирует представить в следующем цикле работ), а с дру-



**Рис. 10. Трехмерный анализ поверхности тренда, отражающий пространственную динамику координации связей предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли городского округа «Город Калининград» за 2023 год**

Источник: составлено автором с использованием программного обеспечения ArcMap (Esri Inc. (2019). ArcMap 10.8. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis>).

гой – для выявления потенциальных факторов, обуславливающих их размещение. К числу таких факторов относится доступ к инфраструктуре, логистическим узлам, квалифицированным кадрам и институциональной среде, что в совокупности и создает условия для самоорганизации кластерной экосистемы.

### Заключение

Проведенное исследование, базирующееся на междисциплинарном синтезе экономической географии, региональной экономики и теории сетей, позволило не только апробировать авторскую методологию пространственного анализа, но и получить ряд содержательных выводов, имеющих как теоретическое, так и прикладное значение.

Прежде всего эмпирически подтверждено, что традиционная трактовка промышленного кластера как простой географической агломерации предприятий является недостаточной для понимания процессов, реально протекающих в пространстве. На примере судостроительной и судоремонтной отрасли Калининградской области убедительно показано, что ключевой характеристикой формирующейся кластерной экосистемы выступает не столько сам факт территориальной близости, сколько наличие статистически значимых пространственных паттернов самоорганизации, т. е. упорядоченных структур, выявляемых лишь при многоуровневом применении инструментов пространственной статистики.

Одним из наиболее существенных результатов следует признать обнаруженную разнонаправленность пространственной динамики в зависимости от выбранного масштаба анализа. На уровне всей Калининградской области распределение предприятий статистически неотличимо от случайного, что свидетельствует о фрагментарности отраслевого ландшафта и отсутствии устойчивых межмуниципальных кооперационных связей. Однако при переходе на уровень городского округа «Город Калининград» картина принципиально меняется: здесь фиксируется устойчивая и

статистически значимая пространственная кластеризация, формирующая компактное ядро с высокой плотностью размещения предприятий.

Особого внимания заслуживает выявленный «критический» радиус кластеризации – от 1,2 до 2,0 км, в пределах которого предприятия обнаруживают наибольшую пространственную взаимозависимость. Данный интервал, вероятно, отражает реальный радиус экономического взаимодействия, обусловленный транспортно-логистической доступностью, возможностью оперативного обмена услугами и комплектами, а также совместным использованием портовой и промышленной инфраструктуры. Тот факт, что на расстоянии 2,2 км пространственная автокорреляция хотя и ослабевает, но сохраняет статистическую значимость, указывает на постепенный, а не скачкообразный характер затухания агломерационных эффектов.

Важно подчеркнуть, что пространственная концентрация предприятий не является самодостаточным доказательством существования кластера в его экосистемном понимании. Полученные в работе результаты – высокие значения коэффициентов Gini, статистически значимые показатели индекса General G, подтвержденная кластеризация на уровне анализа ближайших соседей – создают необходимую, но недостаточную основу для окончательного вывода о наличии самоорганизующейся экосистемы. Отмечено, что следующий цикл исследований должен быть посвящен анализу сетевых взаимосвязей между предприятиями, поскольку именно плотность кооперационных связей, интенсивность обмена знаниями и уровень институционального доверия превращают географическую агломерацию в подлинный кластер.

С практической точки зрения, предложенная методология, объединяющая количественные ГИС-методы с экосистемной логикой, может рассматриваться как инструмент для точечной корректировки региональной промышленной политики. Выявленное пространственное ядро в гра-

ницах Московского района Калининграда, совпадающее с зоной расположения АО «ПСЗ «Янтарь» и ключевых портовых мощностей, представляет собой естественный полигон для адресных институциональных и инфраструктурных интервенций. В отличие от «размазанной» поддержки всей отрасли в масштабах региона концентрация мер именно в границах выявленного кластерного ядра способна дать более высокий мультипликативный эффект.

В более широком контексте выполненная работа вносит вклад в дискуссию о

пределах применимости пространственного анализа в региональных экономических исследованиях. Продемонстрировано, что отсутствие кластеризации на одном территориальном уровне отнюдь не исключает ее наличия на другом, более локальном, что требует от исследователя и практика отката от поиска единственного «правильного» масштаба анализа в пользу многоуровневой диагностики. Именно в этой способности улавливать неоднородность пространственных процессов заключается, на наш взгляд, основная ценность предложенного подхода.

## ЛИТЕРАТУРА

- Авксентьев В.А., Аврамова Е.М., Антонова Н.Е. [и др.]. (2013). Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез. Москва: Медиа-Пресс. 662 с.
- Гранберг А.Г. (2009). О программе фундаментальных исследований пространственного развития России // Регион: экономика и социология. № 2. С. 166–178.
- Кузнецова О.В., Дружинин А.Г. (2024). К новой стратегии пространственного развития России // Проблемы прогнозирования. № 4 (205). С. 36–45. DOI: 10.47711/0868-6351-205-36-45
- Михеева Н.Н. (2025). Приоритетные геостратегические регионы стратегии пространственного развития России // ЭКО. № 55 (3). С. 40–55. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2025-3-40-55
- Поляков Р.К., Брижак О.В. (2024). Актуализация программы развития судостроительного и судоремонтного кластера Калининградской области // Вестник Челябинского государственного университета. № 12 (494). С. 75–87. DOI: 10.47475/1994-2796-2024-494-12-75-87
- Попов Е.В. (2023). Экосистемы фирм: формирование исследовательской программы // Управление. № 14 (1). С. 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2023-14-1-1
- Попов Е.В., Долженко Р.А., Симонова В.Л. (2021). Теория экосистемного анализа // Вопросы управления. № 6 (73). С. 20–36. DOI: 10.22394/2304-3369-2021-6-20-36
- Фетисов Г.Г., Гранберг А.Г., Глазьев С.Ю. [и др.]. (2012). Проблемы пространственного развития: методология и практика исследования. Москва: СОПС. 252 с.
- Шилов А.А., Белоусов Д.Р., Блохин А.А. [и др.]. (2024). Россия 2035: к новому качеству национальной экономики. Научный доклад ИНП РАН. Москва: Артик Принт. 264 с. DOI: 10.47711/sr1-2024
- Шилов А.А., Кузнецова О.В., Михеева Н.Н., Узиков М.Н. (2025). Роль пространственного развития при достижении национальных целей российской экономики // Проблемы прогнозирования. № 4 (211). С. 11–23. DOI: 10.47711/0868-6351-211-11-23
- Шилов А.А., Белоусов Д.Р., Блохин А.А. [и др.]. (2020). Посткризисное восстановление экономики и основные направления прогноза социально-экономического развития России на период до 2035 г.: научный доклад. Москва: Наука. 152 с.
- Chen C., Zhong Q., Cao Y., Xu G., Chen B. (2024). The primacy evaluation and pattern evolution mechanism of the central city in Nanjing metropolitan area. *Sustainability*, 16(18), 8105. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16188105>
- Druzhinin A.G., Volkhin D.A., Kuznetsova O.V. (2025). Coastal municipalities in the spatial development of Russia: Multidimensional typologization. *Baltic Region*, 17(3), 81–101. DOI: 10.5922/2079-8555-2025-3-5

- Foutakis D. (2025). Identification and visualization of clusters using network theory methods: The case of the Greek production system. *Economies*, 13(1), 15. DOI: <https://doi.org/10.3390/economies13010015>
- Griffith D. (1987). *Spatial Autocorrelation: A Primer Resource Publications in Geography*. Association of American Geographers. Washington, DC.
- Krasnykh S.S. (2025). Regional patterns of the manufacturing industry in the Baltic Regions of Russia: A Moran's I spatial analysis. *Baltic Region*, 17(3), 102–122. DOI: 10.5922/2079-8555-2025-3-6
- Levine N. (2004). *CrimeStat III: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (Version 3.0)*. Houston (TX): Ned Levine & Associates; Washington, DC: National Institute of Justice.
- Martin R., Sunley P. (2020). Regional economic resilience: Evolution and evaluation, In: *Handbook on Regional Economic Resilience*. Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781785360862.00007>
- Mitchel A. (2005). The ESRI guide to GIS analysis, volume 2: Spatial measurements and statistics. In: *ESRI Guide to GIS Analysis. Volume 2*.
- Mitchell A. (1999). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. ESRI press.
- Park J., Wood I.B., Jing E. et al. (2019). Global labor flow network reveals the hierarchical organization and dynamics of geo-industrial clusters. *Nature Communications*. 10(1), 3449. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11380-w>
- Polyakov R., Brizhak O. (2023). Industrial clusters and the process of their self-organization. In: *International Conference Ecosystems without Borders*. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-34329-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-34329-2_7)
- Purbasari R., Munajat E., Fauzan F. (2023). Digital innovation ecosystem on digital entrepreneur: Social network analysis approach, *International Journal of E-Entrepreneurship and Innovation (IJEI)*, 13(1), 1–21. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJEI.319040>
- Qi L., Zhang Y., Chen Y. et al. (2024). The spatial pattern evolution of urban innovation actors and the planning response to path dependency: A case study of Guangzhou City, China. *Urban Science*, 8(3), 111. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci8030111>
- Smorodinskaya N.V., Katukov D.D. (2019). When and why regional clusters become basic building blocks of modern economy, *Baltic Region*, 11(3), 61–91. DOI: <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-3-4>
- Strano E., Simini F., De Nadai M., Esch T., Marconcini M. (2021). The agglomeration and dispersion dichotomy of human settlements on earth. *Scientific Reports*, 11(1), 23289. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02743-9>
- Sun J., Fan P., Wang K., Yu Z. (2022). Research on the impact of the industrial cluster effect on the profits of new energy enterprises in China: Based on the Moran's I Index and the fixed-effect panel stochastic frontier model. *Sustainability*, 14(21), 14499. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142114499>
- Yu J., Xie W., Zhao X., Li Z., Guo L. (2025). Drivers of artificial intelligence innovation in manufacturing clusters: Insights from cellular automata simulations. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05386-7>
- Zeng G., Hu Y., Zhong Y. (2023). Industrial agglomeration, spatial structure and economic growth: Evidence from urban cluster in China. *Heliyon*, 9(9), e19963. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19963>
- Zhao Z., Zhao Z., Zhang P. (2023). A new method for identifying industrial clustering using the standard deviational ellipse. *Scientific Reports*, 13(1), 578. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27655-8>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Руслан Константинович Поляков – кандидат экономических наук, доцент, начальник управления научно-исследовательской деятельности, доцент кафедры экономики и финансов, Калининградский государственный технический университет (Российская Федерация, 236022, г. Калининград, Советский пр-т, д. 1, e-mail: [ruslan.polyakov@kltgu.ru](mailto:ruslan.polyakov@kltgu.ru))

Polyakov R.K.

## SPATIAL SELF-ORGANIZATION OF INDUSTRY CLUSTERS: METHODOLOGY AND APPROBATION

*Understanding the dynamics of cluster process measurement is impossible without relying on the fundamental developments of the Russian scientific school, which has shaped the modern scientific paradigm of spatial analysis in Russia. Therefore, this study addresses the pressing issue of spatial cluster analysis from the perspective of the theory of self-organization of complex adaptive systems. The aim of the study is to develop and test a methodology for identifying and assessing spatial patterns of self-organization using the example of the shipbuilding and ship repair industry in the Kaliningrad Region. Analysis of the spatial distribution of clusters requires an interdisciplinary synthesis of economic geography, regional economics, and network theory, as it is at the intersection of these fields that the most productive tools for identifying patterns in the localization of cluster formations emerge. The methodological framework is based on the integrated application of spatial statistics tools in a geographic information systems environment. Using the example of shipbuilding and ship repair in the Kaliningrad Region, it was demonstrated that the traditional view of a cluster as a simple geographic agglomeration is insufficient. The use of a combination of spatial statistics methods has proven effective for multi-level diagnostics. The study's results demonstrate that, at the regional scale, the distribution of enterprises is statistically indistinguishable from random. However, at the level of the Kaliningrad urban district, statistically significant spatial clustering was identified, forming the core of a potential self-organizing cluster. It was established that enterprise concentration gravitates toward key infrastructure and manifests itself at specific spatial scales, i.e., radii, confirming the operation of agglomeration effects and the existence of conditions for synergistic interactions. The results also demonstrate that the proposed methodological approach enables a qualitative shift from the recognition of geographic concentration to the diagnosis of self-organization processes, which has important practical implications for the development of targeted territorial policies aimed at the targeted development of clusters at the regional scale.*

*Space, distribution, industry, cluster, location, shipbuilding, ship repair, self-organization.*

## REFERENCES

- Avksent'ev V.A., Avramova E.M., Antonova N.E. et al. (2013). *Fundamental'nye problemy prostranstvennogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii: mezhdistsiplinarnyi sintez* [Fundamental Problems of Spatial Development of the Russian Federation: Interdisciplinary Synthesis]. Moscow: Media-Press.
- Chen C., Zhong Q., Cao Y., Xu G., Chen B. (2024). The primacy evaluation and pattern evolution mechanism of the central city in Nanjing metropolitan area. *Sustainability*, 16(18), 8105. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16188105>
- Druzhinin A.G., Volkhin D.A., Kuznetsova O.V. (2025). Coastal municipalities in the spatial development of Russia: Multidimensional typologization. *Baltic Region*, 17(3), 81–101. DOI: 10.5922/2079-8555-2025-3-5
- Fetisov G.G., Granberg A.G., Glazyev S.Yu. et al. (2012). *Problemy prostranstvennogo razvitiya: metodologiya i praktika issledovaniya* [Problems of Spatial Development: Methodology and Research Practice]. Moscow: SOPS.
- Foutakis D. (2025). Identification and visualization of clusters using network theory methods: The case of the Greek production system. *Economies*, 13(1), 15. DOI: <https://doi.org/10.3390/economies13010015>
- Granberg A.G. (2009). About the program of fundamental research of spatial development of Russia. *Region: ekonomika i sotsiologiya*, 2, 166–178 (in Russian).

- Griffith D. (1987). *Spatial Autocorrelation: A Primer Resource Publications in Geography*. Association of American Geographers. Washington, DC.
- Krasnykh S.S. (2025). Regional patterns of the manufacturing industry in the Baltic Regions of Russia: A Moran's I spatial analysis. *Baltic Region*, 17(3), 102–122. DOI: 10.5922/2079-8555-2025-3-6
- Kuznetsova O.V., Druzhinin A.G. (2024). Towards a new strategy for the spatial development of Russia. *Problemy prognozirovaniya=Studies on Russian Economic Development*, 4(205), 36–45. DOI: 10.47711/0868-6351-205-36-45 (in Russian).
- Levine N. (2004). *CrimeStat III: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (Version 3.0)*. Houston (TX): Ned Levine & Associates; Washington, DC: National Institute of Justice.
- Martin R., Sunley P. (2020). Regional economic resilience: Evolution and evaluation, In: *Handbook on Regional Economic Resilience*. Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781785360862.00007>
- Mikheeva N.N. (2025). Priority geostrategic regions of Russia's Spatial development strategy. *EKO=ECO Journal*, 55(3), 40–55. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2025-3-40-55 (in Russian).
- Mitchel A. (2005). The ESRI guide to GIS analysis, volume 2: Spatial measurements and statistics. In: *ESRI Guide to GIS Analysis. Volume 2*.
- Mitchell A. (1999). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. ESRI press.
- Park J., Wood I.B., Jing E. et al. (2019). Global labor flow network reveals the hierarchical organization and dynamics of geo-industrial clusters. *Nature Communications*. 10(1), 3449. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11380-w>
- Polyakov R., Brizhak O. (2023). Industrial clusters and the process of their self-organization. In: *International Conference Ecosystems without Borders*. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-34329-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-34329-2_7)
- Polyakov R.K., Brizhak O.V. (2024). Updating the Kaliningrad Region shipbuilding and ship repair cluster development program. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 12 (494), 75–87. DOI: 10.47475/1994-2796-2024-494-12-75-87 (in Russian).
- Попов Е.В. (2023). Экосистемы фирм: формирование исследовательской программы. *Upravlenets*, 14(1), 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2023-14-1-1 (in Russian).
- Popov E.V., Dolzhenko R.A., Simonova V.L. (2021). Theory of ecosystem analysis. *Voprosy upravleniya*, 6(73), 20–36. DOI: 10.22394/2304-3369-2021-6-20-36 (in Russian).
- Purbasari R., Munajat E., Fauzan F. (2023). Digital innovation ecosystem on digital entrepreneur: Social network analysis approach, *International Journal of E-Entrepreneurship and Innovation (IJEI)*, 13(1), 1–21. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJEI.319040>
- Qi L., Zhang Y., Chen Y. et al. (2024). The spatial pattern evolution of urban innovation actors and the planning response to path dependency: A case study of Guangzhou City, China. *Urban Science*, 8(3), 111. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci8030111>
- Shirov A.A., Belousov D.R., Blokhin A.A. et al. (2020). *Postkrisisnoe vosstanovlenie ekonomiki i osnovnye napravleniya prognoza sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii na period do 2035 g.: nauchnyi doklad* [Post-Crisis Economic Recovery and the Main Directions of the Forecast of Socio-Economic Development of Russia for the Period up to 2035: Scientific Report]. Moscow: Nauka.
- Shirov A.A., Belousov D.R., Blokhin A.A. et al. (2024). *Rossiya 2035: k novomu kachestvu natsional'noi ekonomiki. Nauchnyi doklad INP RAN* [Russia 2035: Towards a New Quality of the National Economy. Scientific Report of INP RAS]. Moscow: Artik Print. DOI: 10.47711/sr1-2024 (in Russian).
- Shirov A.A., Kuznetsova O.V., Mikheeva N.N., Uzyakov M.N. (2025). The role of spatial development in achieving the national goals of the Russian economy. *Problemy prognozirovaniya=Studies on Russian Economic Development*, 4(211), 11–23. DOI: 10.47711/0868-6351-211-11-23 (in Russian).
- Smorodinskaya N.V., Katukov D.D. (2019). When and why regional clusters become basic building blocks of modern economy, *Baltic Region*, 11(3), 61–91. DOI: <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-3-4>

- Strano E., Simini F., De Nadai M., Esch T., Marconcini M. (2021). The agglomeration and dispersion dichotomy of human settlements on earth. *Scientific Reports*, 11(1), 23289. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02743-9>
- Sun J., Fan P., Wang K., Yu Z. (2022). Research on the impact of the industrial cluster effect on the profits of new energy enterprises in China: Based on the Moran's I Index and the fixed-effect panel stochastic frontier model. *Sustainability*, 14(21), 14499. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142114499>
- Yu J., Xie W., Zhao X., Li Z., Guo L. (2025). Drivers of artificial intelligence innovation in manufacturing clusters: Insights from cellular automata simulations. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05386-7>
- Zeng G., Hu Y., Zhong Y. (2023). Industrial agglomeration, spatial structure and economic growth: Evidence from urban cluster in China. *Heliyon*, 9(9), e19963. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19963>
- Zhao Z., Zhao Z., Zhang P. (2023). A new method for identifying industrial clustering using the standard deviational ellipse. *Scientific Reports*, 13(1), 578. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27655-8>

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ruslan K. Polyakov – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, head of the Research Department, associate professor of the Department of Economics and Finance, Kaliningrad State Technical University (1, Sovetsky Avenue, Kaliningrad, 236022, Russian Federation, e-mail: [ruslan.polyakov@klgtu.ru](mailto:ruslan.polyakov@klgtu.ru))