

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ



<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-1-4>

УДК 332.1+910.3

JEL C 38, O18, P 25

Ф. Ю. Кайзер  ^{а)}, О. А. Брель ^{б)}, А. И. Зайцева ^{в)}, Н. Л. Лисина ^{г)}

^{а, б, в, г)} Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Российская Федерация

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ¹

Аннотация. В настоящее время вопросам пространственного развития городских агломераций Российской Федерации уделяется особое внимание, что обусловлено их особой ролью в экономическом развитии страны. Вместе с тем это приводит к повышению нагрузки на территориальные системы, росту загрязнения атмосферы и водных ресурсов, а также дисбалансу социально-экономического развития между городскими агломерациями и периферией внутри субъектов страны. Целью настоящего исследования является оценка эколого-экономической устойчивости городских агломераций РФ с использованием кластерного анализа для дальнейшей идентификации групп агломераций, отличающихся схожей ситуацией по устойчивости развития. Основными научными методами исследования послужили статистический, сравнительно-географический, а также кластерный анализ. Информационной базой исследования выступили данные Федеральной службы государственной статистики, доклады о состоянии и охране окружающей среды, а также материалы Фонда «Институт экономики города», отражающие состояние экономической, социальной и экологической сфер. В ходе исследования выделены четыре группы кластеров городских агломераций РФ, а также определены показатели, которые вносят наиболее существенный вклад в их кластеризацию. Основными факторами, ведущими к снижению экологической устойчивости агломераций, выступают плотность населения, валовой объем выбросов в атмосферу, общий объем образованных отходов и отходоёмкость. Согласно полученным оценкам, наименьшей эколого-экономической устойчивостью обладают агломерации первого кластера – Красноярская и Иркутская. Чуть лучшее положение в рейтинге устойчивости имеют агломерации четвертого и затем третьего кластеров. Наиболее устойчивое положение имеют агломерации, входящие в состав второго кластера. Результаты данного исследования могут послужить основой для разработки дальнейших рекомендаций и практических решений по повышению эколого-экономической устойчивости городских агломераций РФ, а также использоваться для планирования и прогнозирования развития территорий городских агломераций, составления экологических рейтингов и осуществления мероприятий по охране окружающей среды как на региональном, так и на государственном уровне.

Ключевые слова: городская агломерация, кластерный анализ, устойчивость агломерации, пространственное развитие, охрана окружающей среды, экономическое развитие

Благодарность: Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 23-28-00458.

Для цитирования: Кайзер, Ф.Ю., Брель, О.А., Зайцева, А.И., Лисина, Н.Л. (2025). Оценка эколого-экономической устойчивости городских агломераций Российской Федерации. *Экономика региона*, 21(1), 45-60. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-1-4>

¹ © Кайзер Ф. Ю., Брель О. А., Зайцева А. И., Лисина Н. Л. Текст. 2025.

RESEARCH ARTICLE

Philipp Yu. Kaizer  ^{a)}, Olga A. Brel  ^{b)}, Anna I. Zaytseva  ^{c)}, Natalia L. Lisina  ^{d)}
a, b, c, d) Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation

Assessment of the Ecological and Economic Sustainability of Russian Urban Agglomerations

Abstract. Urban agglomerations in the Russian Federation are receiving increasing attention due to their role in economic growth, particularly in light of the socio-economic imbalance between cities and peripheral regions. This study aims to assess the ecological and economic sustainability of urban agglomerations in Russia by using cluster analysis to identify groups of agglomerations with similar sustainability profiles. The research relies on statistical, comparative geographic, and cluster analysis methods. The study is based on data from the Federal State Statistics Service, environmental protection reports, and materials from the Institute for Economics of the City, which cover various economic, social, and environmental aspects. Through the analysis, four distinct clusters of urban agglomerations were identified, and the key factors contributing to their sustainability were determined. The study found that factors such as population density, gross emissions, total waste production, and waste intensity are the primary contributors to lower environmental sustainability. As a result, the agglomerations in the first cluster were identified as the least environmentally and economically stable. The agglomerations in the third and fourth clusters were slightly more stable, while those in the second cluster exhibited the highest levels of stability. These findings can serve as a foundation for developing strategies and practical solutions to enhance the ecological and economic sustainability of urban agglomerations in Russia. These findings can also be used for urban planning, forecasting development, creating environmental ratings, and implementing effective environmental protection measures at both the regional and national levels.

Keywords: urban agglomeration, cluster analysis, agglomeration sustainability, spatial development, environmental protection, economic development

Acknowledgments: The study was supported by the Russian Science Foundation № 23-28-00458.

For citation: Kaizer, P.Yu., Brel, O.A., Zaytseva, A.I., & Lisina, N.L. (2025). Assessment of the Ecological and Economic Sustainability of Russian Urban Agglomerations. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 21(1), 45-60. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-1-4>

Введение

В настоящее время городские агломерации играют значительную роль в экономическом и социальном развитии Российской Федерации, т.к. это одна из важнейших форм территориальной организации экономики. Городская агломерация — это сложная многокомпонентная динамическая система с активными демографическими процессами, интенсивными производственными, транспортными и культурными связями, мощной социально-экономической, информационной и инженерно-технической инфраструктурой. При этом с развитием городских агломераций возникает ряд проблем и вызовов, связанных с возможными негативными экологическими последствиями, таких как рост численности населения и повышение экономической активности, приводящие к увеличению выбросов в атмосферу, загрязнению сточных вод, увеличению нагрузки на ландшафт, повышенной отходоёмкости, и многое другое, что, несомненно, приводит к интен-

сивной эксплуатации природных ресурсов в целом.

Поэтому недостаточно изучать вопросы охраны окружающей среды в городах и агломерациях только в связи с исследованием общих проблем охраны окружающей среды или в контексте только отдельных видов негативного воздействия на окружающую среду и ее компонентов. Решение проблем охраны окружающей среды городских территорий должно рассматриваться как необходимое условие их социально-экономического развития, раскрытия человеческого потенциала и улучшения качества жизни населения (Лисина, 2020).

Следует отметить, что упоминаемые в стратегических документах социально-экономического развития городские агломерации, мегаполисы, регионы-агломерации не имеют определений, а также в них отсутствуют и критерии создания данных территориальных образований. Лишь принятая в феврале 2019 г. Стратегия пространственного разви-

тия Российской Федерации¹, используя термины «крупная городская агломерация» и «крупнейшая городская агломерация», дает их определения как совокупности компактно расположенных населенных пунктов и территорий между ними с общей численностью населения от 500 тыс. до 1 млн чел. (для «крупной») или от 1 млн чел. (для «крупнейшей»), связанных совместным использованием инфраструктурных объектов и объединенных интенсивными экономическими, в том числе трудовыми, и социальными связями. Однако непонятно, каким образом будет осуществляться управление в различных сферах хозяйственной и иной деятельности на их территории, в том числе в сфере охраны окружающей среды.

Стратегия пространственного развития Российской Федерации признает низкий уровень комфортности городской среды в большинстве городов, в том числе в большинстве крупных и крупнейших городских агломераций. Также акцентируется внимание на неудовлетворительном состоянии окружающей среды в большинстве городов с численностью населения более 500 тыс. человек и промышленных городах, дефиците зеленого фонда, фрагментации и нарушении его целостности в указанных городах, продолжающемся накоплении и низком уровне переработки и утилизации твердых коммунальных отходов, неудовлетворительном экологическом состоянии бассейнов рек и др. Как указано в разделе V Стратегии, одним из принципов пространственного развития в нашей стране является рациональное природопользование, сохранение природного и историко-культурного наследия, обеспечение доступа к природным и культурным ценностям.

В связи с этим оценка эколого-экономической устойчивости является неотъемлемой частью управления городским развитием. Она позволяет определить степень соответствия городских агломераций принципам устойчивого развития, которые включают в себя экономическую эффективность, социальную справедливость и экологическую устойчивость. Результаты данного исследования могут послужить основой для разработки дальнейших рекомендаций и практических решений по по-

вышению эколого-экономической устойчивости городских агломераций РФ.

В рамках исследования предполагается проверка гипотезы о том, что существуют показатели, значение которых оказывает влияние на эколого-экономическую устойчивость городских агломераций. Степень воздействия этих показателей позволяет выявить общие типы таких агломераций и объединить их в кластеры, имеющие схожее состояние эколого-экономической устойчивости по результатам оценки.

Теория

Исследованию отдельных аспектов городских агломераций посвящено множество работ. Так, различные авторы внесли значительный вклад в изучение пространственной структуры городских агломераций (García-López & Muñiz, 2013; Zhang et al., 2020; Surya et al., 2021), роли государства в экологической политике крупных городов (Zhang et al., 2019; Жанбозова, 2023; Kang et al., 2024), изменений в сфере земельных отношений и землепользования городских пространств (Dembski et al., 2020), вопросов социального благополучия и роста численности населения (Profiroiu et al., 2020; Chen et al., 2022), развития туризма и его роли в экономике городских агломераций (Zhaofeng et al., 2020; Mou, 2022; Encalada-Abarca et al., 2022) и многое другое.

Например, Н.Н. Мусиновой в ретроспективе изучены подходы к стратегическому пространственному строению России (Мусинова, 2019). В результате выявлено, что дальнейшее развитие городских агломераций является одним из главных направлений стратегии пространственного развития Российской Федерации. Н.А. Устина в рамках своего исследования определила такие аспекты агломерации, как структурные элементы, основные существующие виды и типы структуры агломерации, объекты, которые находятся внутри агломерации (Устина и др., 2021). Помимо этого, авторами на примере Самарско-Тольяттинской агломерации предложены виды связей, объединяющие все элементы агломерации.

А.В. Суворова определила структурные и институциональные характеристики городских агломераций в России и Европе. Автором установлено, что существуют весьма значимые различия в структурных экономических и институциональных характеристиках экономик европейских и российских агломераций (Суворова, 2023). Доля промышленного сектора в экономике российских поселений ока-

¹ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 207-п // СЗ РФ. 2019. № 7 (часть II). Ст. 702. https://www.economy.gov.ru/material/file/31593409eddf606620f49806c6ece205/130219_207-p.pdf (дата обращения: 12.01.2024).

зывается значительно выше, чем в Европе. Исключением из этого случая являются агломерации Москвы и частично Санкт-Петербурга. Результаты работы данного автора коррелируют с результатами исследования специализации по ключевым стимулирующим технологиям и региональному росту в Европе (Evangelista et al., 2018).

Другим направлением исследований городских агломераций выступает работа Н.А. Росляковой и В.В. Окрепилова, которые изучили тенденцию проблемы бедности и экономического роста в российских агломерациях. Авторами определены пороговые значения уровня бедности для агломераций разных типов, которые сопровождаются изменением характера взаимосвязи между уровнем бедности и динамикой экономического роста (Рослякова, Окрепилов, 2023).

Изучение эколого-экономической устойчивости городских агломераций также является актуальным научным направлением среди российских и зарубежных авторов. В качестве примера исследования экологической оценки городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития следует привести работу М.В. Иванцовой и соавторов (Иванцова и др., 2019). В этой работе проведен комплексный анализ региональных индикаторов устойчивого развития с учетом физико-географических, природно-климатических, отраслевых особенностей, экономического потенциала и экологического благополучия Волгоградской и Ростовской агломераций. Результаты исследования позволили провести сравнительный анализ прогнозных моделей развития для двух агломераций юга России. Другая работа (Мурзин, 2019) направлена на изучение устойчивого строительства как инструмента экологизации городских агломераций. Результатом работы автора выступает разработка предложений по формированию комплексного подхода к развитию городских территорий, основанного на учете экологических, экономических и социальных параметров.

Исследованию экономической эффективности и учету факторов, влияющих на городскую агломерацию, посвящены исследования ученых J. Ma, J. Wang и P. Szmedra. Авторами проведен анализ факторов и механизмов, основанных на данных десяти крупнейших городских агломераций Китая (Ma et al., 2019). А.М. Ситковским предложен инструментарий проведения комплексной многокритериальной оценки социо-эколого-экономического

состояния и динамики городов Челябинской агломерации (Ситковский, 2021).

В работе Y. Yang, H. Lu, D. Liang изучается экологическая устойчивость городских агломераций в экономическом поясе реки Янцзы с применением трехмерного анализа экологического воздействия, что позволило определить высокое влияние ВВП на душу населения и уровня потребления на неустойчивое состояние развития исследуемой территории (Yang et al., 2022). D. Wang, P. Wang, G. Chen, Y. Liu в своем исследовании рассмотрели эколого-социальные и экономические системы городских агломераций в аспекте устойчивого проектирования городов с высокой плотностью населения (Wang et al., 2022). Авторами данного исследования с учетом полученных результатов традиционные индексы оценки городских агломераций преобразованы в новый индекс оценки состояния городской системы.

Следующая работа (Лачининский, Сорокин, 2023) посвящена выявлению особенностей развития функциональной структуры крупнейших агломераций России в условиях смены технологических укладов и возросших геоэкономических и геополитических рисков. Результаты исследования демонстрируют, что возрастание указанных рисков городских агломераций России является одновременно источником инновационных импульсов, импульсов обновления и модернизации, с одной стороны, и с другой стороны, демонстрирует способность к консервации закостенелой структуры экономики.

Н.Л. Лисиной исследуется правовое обеспечение экологического развития городских агломераций в условиях социально-экономического роста Российской Федерации. Одной из задач исследования выступает разработка правовых основ, обеспечивающих экологическое развитие городских агломераций, а также выработка предложений по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду в них, улучшению ее состояния, здоровья человека и качества его жизни (Ivanova & Lisina, 2023; Lisina, 2023).

Проблемы типологии городских агломераций также не остаются без внимания исследователей и чаще всего обладают междисциплинарной направленностью. Весьма интересный подход в данном аспекте был продемонстрирован коллегами из Румынии, которые применили методы многомерной статистики с точки зрения воздействия на окружающую среду, и получили шесть кластеров городских агломераций мира (Grădinaru & Conțolencu, 2022).

В данном исследовании большое внимание уделено выбросам в атмосферу от общественного автотранспорта (углекислый газ, оксид азота, мелкодисперсная пыль и др.) крупнейших агломераций разных континентов, что является важным аспектом экологической устойчивости городских агломераций, определяющим дальнейшую социально-экономическую политику руководства города.

Исследователи из Китая, используя мобильные данные открытой платформы Baidu, которая включает информацию о местоположении пользователей сотен тысяч приложений, развивали подходы активного применения статистических данных для дальнейшей типологии городских агломераций (You et al., 2023). В результате получены структурные характеристики для трех типов городских агломераций и сделан вывод о том, что географическое положение этих агломераций и социально-экономическая политика внутри них не соответствуют реальному потоку экономически активного населения, что требует дальнейшего учета для скоординированного регионального развития.

Проведенный анализ литературы позволил кратко обобщить полученный опыт исследований, прямо или косвенно связанный с эколого-экономической устойчивостью. Следует отметить, что авторы в своих работах нередко используют такие сквозные понятия как «эколого-экономическая устойчивость», «устойчивость агломерации», «устойчивое развитие городской агломерации» и многие другие, что затрудняет возможность четко определить предмет исследования. Это свидетельствует о большом многообразии и междисциплинарности исследований городских агломераций. Подтверждением этого выступает работа (Fu & Zhang, 2020), где представлены результаты систематического обзора исследований городских агломераций и на его основе разработана общая типология подходов к изучению городских агломераций. Авторами выделены шесть подгрупп исследований агломераций, первая из которых отнесена к работам с экологической направленностью. Учитывая этот факт, подчеркнем, что настоящее исследование также базируется на принципе учета экологической, экономической и социальной составляющих.

Принимая во внимание вышеизложенное, под эколого-экономической устойчивостью городских агломераций понимается сбалансированное функционирование и развитие субъектов социально-экономических отношений,

возникающих на территории городской агломерации, с учетом экономических, социальных и экологических индикаторов.

Таким образом, несмотря на серьезный накопленный опыт изучения городских агломераций, исследования эколого-экономической устойчивости городских агломераций РФ с применением кластерного анализа не проводились. В связи с этим актуализируется научная задача исследования эколого-экономической устойчивости городских агломераций Российской Федерации с использованием данного метода.

Данные и методы

Стратегия пространственного развития Российской Федерации до 2025 г. предопределяет необходимость обеспечения устойчивого социально-экономического развития территорий в средне- и долгосрочной перспективе. Документом определен перечень перспективных центров экономического роста Российской Федерации — городов, образующих крупные и крупнейшие городские агломерации, под которыми понимается территория одного или нескольких муниципальных образований и (или) акватория, обладающих потенциалом для обеспечения значительного вклада в экономический рост Российской Федерации и (или) субъекта Российской Федерации в среднесрочный и долгосрочный периоды¹.

Согласно признаку численности населения, в перечень агломераций вошли 20 городов, включая Московскую и Санкт-Петербургскую агломерации. Настоящее исследование выполнено по отношению к 18 городским агломерациям (рис. 1), вклад валового городского продукта (ВГП) которых в валовой внутренний продукт (ВВП) страны и вклад численности их населения в численность населения страны варьировался от 0,6 % до 1,6 % и от 0,9 % до 1,9 % соответственно². Исходя из значения этих показателей, из дальнейшего исследования

¹ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 207-р // СЗ РФ. 2019. № 7 (часть II). Ст. 702. https://www.economy.gov.ru/material/file/31593409eddf606620f49806c6e205/130219_207-р.pdf (дата обращения: 12.01.2024).

² Экономика российских городов и городских агломераций / Фонд «Институт экономики города». Вып. 8. Валовой городской продукт крупнейших городских агломераций России в 2013–2021 гг. М., 2023. 30 с. https://urbanecomics.ru/sites/default/files/ekonomika_gorodov_i_gorodskih_aglomeracii_vypusk_8_vgp_2013-2021.pdf (дата обращения: 19.02.2024).



Рис. 1. Перспективные городские агломерации РФ
(границы РФ на момент 01.01.2022, источник: составлено авторами)
Fig. 1. Promising urban agglomerations of the Russian Federation
(Boundaries of the Russian Federation as of 01.01.2022, compiled by the authors)

Московская и Санкт-Петербургская агломерации были исключены.

С целью проведения анализа был выполнен сбор и первичная обработка статистических данных, характеризующих состояние указанных показателей на 2021 г. Основными источниками данных послужили материалы профильных ведомств, а именно данные Федеральной службы государственной статистики¹, доклады о состоянии и охране окружающей среды по регионам, в которых расположены исследуемые агломерации, а также данные Фонда «Институт экономики города» (далее по тексту — Фонд).

Для оценки эколого-экономической устойчивости городских агломераций были отобраны показатели, отражающие состояние экономической, социальной и экологической сфер, что соответствует достижению целей

устойчивого развития. Исходя из принципов системности, комплексности и целесообразности (Фаттахов и др., 2019), определены следующие показатели (табл. 1).

Таким образом, для анализа были отобраны 18 показателей. Для описания экономического блока используются восемь показателей (табл. 2), социального — пять (табл. 3), экологического — пять (табл. 4).

Значения показателя E1 были взяты и рассчитаны авторами по аналитическому документу Фонда «К вопросу о составе крупных и крупнейших городских агломераций Российской Федерации»², данные показателя E2 взяты из аналитической записки Фонда (выпуск 8) по результатам мониторинга

¹ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 20.03.24)

² Фонд «Институт экономики города». (2023). К вопросу о составе крупных и крупнейших городских агломераций Российской Федерации. <https://urbaneconomics.ru/research/analytics/k-voprosu-o-sostave-krupnyh-i-krupneyshih-gorodskih-aglomeracij-rossiyskoj> (дата обращения: 17.02.2024).

Таблица 1
Система показателей для оценки эколого-экономической устойчивости развития городских агломераций
Table 1

Indicators for assessing the ecological and economic sustainability of urban agglomerations

Блок	Показатель	Обозначение
Экономический	Площадь городской агломерации, км ²	E_1
	ВВП, млрд руб.	E_2
	Удельный объем валовых выбросов в атмосферу к ВВП, т/1 млн руб.	E_3
	Водоемкость, м ³ /1 млн руб. ВВП	E_4
	Отходоемкость, т/1 млн руб. ВВП	E_5
	Удельный сброс загрязненных стоков к ВВП, м ³ /1 млн руб	E_6
	Расходы на охрану окружающей среды, млн руб.	E_7
	Удельный вес расходов на охрану ОС к ВВП, %	E_8
Социальный	Численность населения, тыс. чел.	S_1
	Плотность населения, чел./км ²	S_2
	Среднедушевые денежные доходы, тыс. руб. в мес.	S_3
	Доля населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума, %	S_4
	Численность врачей на 10 тыс. населения	S_5
Экологический	Валовой объем выбросов в атмосферу, тыс. т	E_{c1}
	Забор воды из водных источников, млн м ³ в год	E_{c2}
	Валовой объем загрязненных сточных вод, млн м ³	E_{c3}
	Общий объем образованных отходов производства и потребления, млн т	E_{c4}
	Доля утилизированных и обезвреженных отходов, %	E_{c5}

Источник: составлено авторами.

Таблица 2
Экономические показатели оценки эколого-экономической устойчивости развития городских агломераций
Table 2

Economic indicators for assessing the ecological and economic sustainability of urban agglomerations

Городская агломерация	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8
Владивосток	5 097,00	1 204,60	0,07	626,40	12,90	0,10	4,14	0,34
Волгоград	8 331,00	1 087,00	0,12	1 243,60	2,50	0,05	4,84	0,45
Воронеж	8 517,00	1 089,40	0,06	448,90	3,40	0,06	3,07	0,28
Екатеринбург	5 860,00	2 628,90	0,16	612,40	36,80	0,11	17,65	0,67
Иркутск	15 109,00	860,20	0,35	1 222,90	194,80	0,22	10,85	0,12
Казань	8 328,00	1 811,70	0,07	406,70	0,89	0,06	11,99	0,66
Краснодар	5 495,00	1 769,90	0,07	3 658,90	1,86	0,11	9,07	0,51
Красноярск	23 836,00	1 574,20	0,79	1 729,10	181,96	0,11	32,87	0,20
Н. Челны - Нижнекамск	5 719,00	849,80	0,09	867,00	1,10	0,07	6,96	0,64
Н. Новгород	3 515,00	1 766,40	0,04	691,20	1,02	0,01	8,75	0,49
Новосибирск	36 731,00	1 900,30	0,08	397,30	71,10	0,03	3,32	0,17
Омск	20 520,00	700,40	0,17	409,80	2,70	0,13	7,50	0,11
Пермь	15 517,00	1 332,60	0,11	1 972,80	19,50	0,06	10,44	0,78
Ростов-на-Дону	7 716,00	2 003,70	0,04	1 856,60	3,81	0,05	3,87	0,19
Самара - Тольятти	21 551,00	2 095,20	0,11	523,60	1,15	0,15	22,29	1,10
Тюмень	24 049,00	3 325,40	0,04	543,00	0,21	0,12	4,50	0,14
Уфа	12 372,00	1 488,10	0,12	515,20	8,70	0,05	7,95	0,53
Челябинск	15 364,00	1 251,30	0,18	751,80	103,80	0,11	13,45	1,10

Источник: составлено авторами.

Таблица 3

Социальные показатели оценки эколого-экономической устойчивости развития городских агломераций

Table 3

Social indicators for assessing the ecological and economic sustainability of urban agglomerations

Городская агломерация	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Владивосток	858,00	168,30	40,80	5,72	51,50
Волгоград	1 506,20	180,80	27,70	6,82	44,10
Воронеж	1 356,80	159,34	35,10	4,64	31,10
Екатеринбург	2 370,90	404,60	40,30	4,75	44,50
Иркутск	1 078,30	71,40	30,30	7,45	49,30
Казань	1 675,50	201,20	39,70	2,30	43,00
Краснодар	1 704,10	310,10	43,20	2,91	45,20
Красноярск	1 476,70	61,90	36,10	8,22	49,40
Н. Челны - Нижнекамск	972,70	170,00	39,70	1,51	43,00
Н. Новгород	1 781,40	506,80	37,50	4,73	49,00
Новосибирск	2 264,70	61,70	35,30	10,40	56,50
Омск	1 449,30	70,60	29,90	9,99	49,90
Пермь	1 340,00	86,40	32,70	6,77	49,80
Ростов-на-Дону	2 128,90	275,90	35,00	3,10	38,80
Самара - Тольятти	2 741,00	127,20	32,60	10,11	48,50
Тюмень	1 116,00	46,40	53,40	8,19	57,30
Уфа	1 529,40	123,60	32,60	4,26	43,50
Челябинск	1 674,90	109,00	29,50	5,86	42,50

Источник: составлено авторами.

Таблица 4

Экологические показатели оценки эколого-экономической устойчивости развития городских агломераций

Table 4

Environmental indicators for assessing the ecological and economic sustainability of urban agglomerations

Городская агломерация	Ec1	Ec2	Ec3	Ec4	Ec5
Владивосток	89,90	754,60	114,85	15,60	46,50
Волгоград	135,40	1 351,8	54,30	2,70	78,60
Воронеж	65,40	488,00	68,97	3,80	58,80
Екатеринбург	43,10	1 610,5	289,40	96,80	55,30
Иркутск	301,50	1 052	193,50	167,60	45,40
Казань	138,70	736,80	109,80	1,60	41,90
Краснодар	13,30	6 476	201,20	3,30	29,90
Красноярск	1 250,00	2 722	167,30	286,40	51,70
Н. Челны - Нижнекамск	78,30	736,80	63,70	0,94	24,30
Н. Новгород	70,50	1 221	172,20	1,80	56,40
Новосибирск	151,80	755,00	65,60	135,10	80,90
Омск	120,80	287,00	92,40	1,88	77,90
Пермь	142,90	2 629	81,50	26,00	52,90
Ростов-на-Дону	89,80	3720,00	100,80	7,63	50,70
Самара - Тольятти	204,50	1 097	311,80	2,40	86,40
Тюмень	117,60	1 805,6	60,70	0,70	29,20
Уфа	171,20	766,70	77,20	12,90	37,40
Челябинск	227,20	940,60	135,60	129,80	48,80

Источник: составлено авторами.

Таблица 5

Показатели для кластеризации с помощью показателя *P*

Table 5

Indicators for clustering using the *P* indicator

№	Показатель	<i>P</i>
1	Площадь городской агломерации*	0.039849
2	Удельный вес расходов на охрану окружающей среды в ВГП	0.283820
3	Удельный объем валовых выбросов в атмосферу к ВГП*	0.000074
4	Водоемкость	0.372913
5	Отходоемкость*	0.000009
6	Удельный сброс загрязненных стоков к ВГП	0.124776
7	Расходы на охрану окружающей среды	0.061937
8	Удельный вес расходов на охрану ОС к ВГП	0.283820
9	Численность населения	0.163369
10	Плотность населения*	0.000049
11	Среднедушевые денежные доходы*	0.032088
12	Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума*	0.007110
13	Численность врачей на 10 тыс. населения	0.591421
14	Валовой объем выбросов в атмосферу*	0.002432
15	Забор воды из водных источников	0.237148
16	Валовой объем загрязненных сточных вод*	0.043642
17	Общий объем образованных отходов производства и потребления*	0.000756
18	Доля утилизированных и обезвреженных отходов*	0.011628

* Наиболее важные показатели для кластеризации ($p < 0,05$)
Источник: составлено авторами.

ВГП крупнейших городских агломераций России¹. ВГП Иркутской, Набережные Челны-Нижнекамской, Тюменской агломераций, а также значения остальных показателей были рассчитаны авторами самостоятельно на основе использования данных региональной и муниципальной статистики по указанным выше показателям и учета состава муниципальных образований, входящих в городскую агломерацию.

Результаты и обсуждение

С целью выделения групп агломераций, отличающихся схожей ситуацией по устойчивости развития, был проведен кластерный анализ по следующим этапам: выбор показателей для кластеризации; выбор меры расстояния между объектами; выбор метода кластеризации; принятие решения о количестве кластеров; интерпретация кластеров; оценка достоверности кластеризации. Необходимые расчеты проводились с применением программного продукта Statistica 10.0.

¹ Фонд «Институт экономики города». (2023). Экономика российских городов и городских агломераций. Вып. 8. Валовой городской продукт крупнейших городских агломераций России в 2013–2021 гг. https://urbanecomics.ru/sites/default/files/ekonomika_gorodov_i_gorodskih_aglomeracij_vyupusk_8_vgp_2013-2021.pdf (дата обращения: 19.02.2024).

На начальном этапе были собраны и стандартизированы данные по показателям таблицы 1, т. е. значения всех преобразованных переменных приведены к единому диапазону — от -3 до 3 (табл. 2, 3, 4).

Затем с помощью функции «Дисперсионный анализ» были проведены соответствующие вычисления, позволившие выделить наиболее важные для кластеризации показатели с помощью показателя *P* (табл. 5), значение которого в дисперсионном анализе должно быть не более 0,05. Если *P*-значение превышает этот барьер, то критерий Фишера не значим, и исследуемые варианты не имеют между собой существенных различий.

В качестве объектов наблюдения выбраны городские агломерации, в качестве правила объединения — «метод полной связи», в качестве меры близости — «евклидово расстояние».

Таким образом, дисперсионный анализ позволил выделить 10 соответствующих требуемому значению *P* показателей, наиболее значимых для кластеризации городских агломераций.

Далее кластеризация была реализована методом иерархической классификации с целью выполнения группировки наблюдений в кластеры на основе их сходства. В результате использования данного метода было получено дерево кластеров в виде дендрограммы (рис. 2).

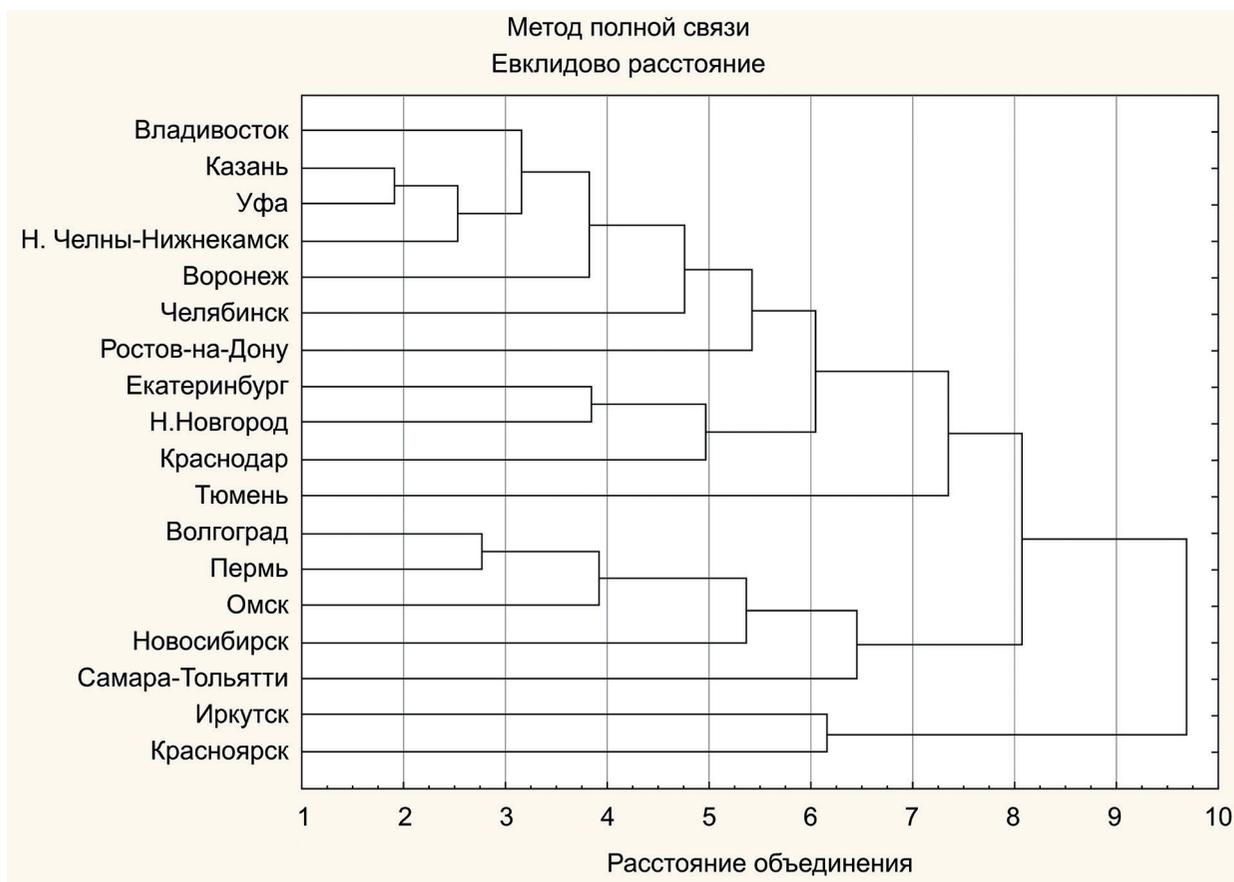


Рис. 2. Дендрограмма кластеров городских агломераций методом иерархической классификации
(источник: составлено авторами в программном комплексе Statistica)

Fig. 2. Dendrogram of urban agglomeration clusters based on hierarchical classification
(Source: Compiled by the authors using Statistica software)

В ходе анализа, подтверждающего результаты иерархической классификации, представленной дендрограммой, была выявлена целесообразность формирования четырех кластеров городских агломераций Российской Федерации методом k -средних, который дал возможность оценить достоверность полученных результатов и сравнить состав кластеров. Проведенные расчеты позволили получить следующие результаты (табл. 6). С помощью минимального расстояния до центра кластера можно определить типовую для кластера агломерацию.

Кластерный анализ иерархическим методом и методом k -средних позволил выделить и определить состав четырех кластеров, а также те показатели, которые внесли наиболее существенный вклад в кластеризацию (рис. 3).

В первый кластер вошли две агломерации: Иркутская и Красноярская. Для выявления типовой для кластера агломерации важное значение имеет расстояние до центра кластера. Агломерация с наименьшим значением центра кластера является наиболее типовой для данного кластера. Обе агломерации являются ти-

повыми, т. к. имеют одинаковое расстояние до центра кластера. Первый кластер характеризуется большой площадью агломераций, высоким валовым объемом выбросов в атмосферу и, соответственно, высоким удельным объемом этих выбросов к ВВП. Для кластера характерен самый большой в сравнении с другими кластерами объем образованных отходов, высокая отходоёмкость, а также значительная доля населения, имеющего доходы ниже прожиточного минимума. Кластер характеризуется низкой плотностью населения. Доля утилизированных отходов и размер среднедушевых доходов на уровне среднего значения. Наибольший вклад в кластеризацию внес показатель плотности населения. Для обеих агломераций плотность населения довольно низкая в сравнении с другими агломерациями. В то же время большое число предприятий обрабатывающей промышленности, в том числе металлургических, расположенных в пределах агломераций, проявляется в высоких значениях показателей отходоёмкости и объемах выбросов в атмосферу.

Второй кластер образуют семь агломераций: Владивостокская, Воронежская,

Таблица 6

Элементы кластеров и расстояние до их центров

Table 6

Cluster elements and the distance to their centers

№ кластера	Состав кластера	Расстояние до центра
1	Иркутск	0,751884
	Красноярск	0,751884
2	Владивосток	0,302070
	Воронеж	0,397435
	Казань	0,286713
	Набережные Челны – Нижнекамск	0,486634
	Ростов-на-Дону	0,406996
	Тюмень	1,044341
	Уфа	0,400605
3	Волгоград	0,647749
	Новосибирск	0,850178
	Омск	0,387060
	Пермь	0,452794
	Самара – Тольятти	0,886070
	Челябинск	0,710568
4	Екатеринбург	0,441706
	Краснодар	0,466815
	Нижний Новгород	0,429650

Источник: составлено авторами.

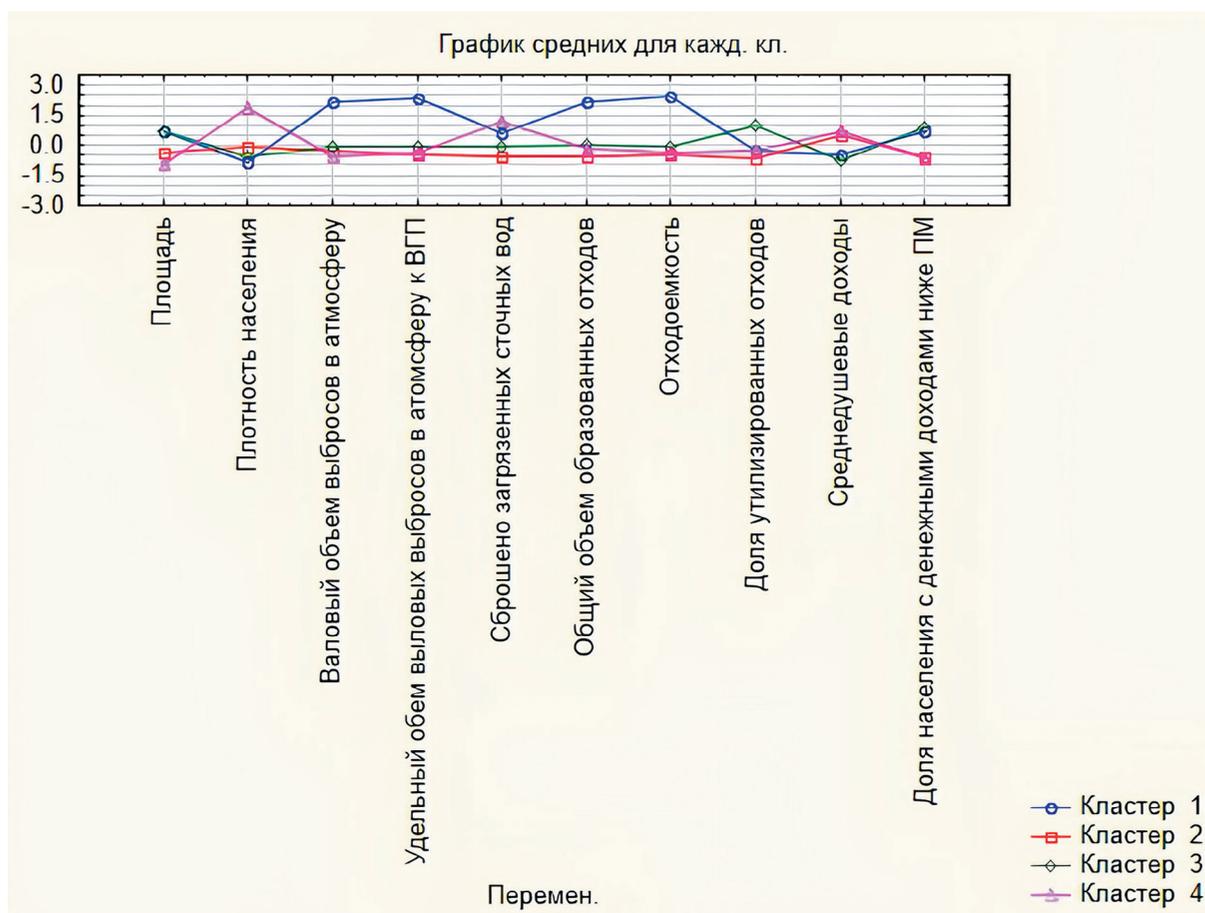


Рис. 3. Показатели с наибольшим вкладом в кластеризацию
(источник: составлено авторами в программном комплексе Statistica)

Fig. 3. Indicators with the greatest contribution to clustering
(Source: Compiled by the authors using Statistica software)

Казанская, Набережные Челны-Нижнекамская, Ростовская, Тюменская и Уфимская. В этом кластере типовой агломерацией является Казанская. Второй кластер характеризуется в целом средними значениями всех показателей, но высокими среднедушевыми доходами населения и низкой долей лиц, имеющих доходы ниже прожиточного минимума (одновременно с четвертым кластером). Наибольший вклад в кластеризацию внес показатель, характеризующий общий объем образованных отходов и отходоёмкость.

Примерно одинаковая численность населения данных агломераций и высокие среднедушевые доходы населения напрямую связаны с уровнем потребления. В свою очередь, рост потребления приводит к росту объемов образованных отходов, что подтверждается значением показателя, внесшего наибольший вклад в кластеризацию.

В состав третьего кластера вошли шесть агломераций: Волгоградская, Новосибирская, Омская, Пермская, Самарско-Тольяттинская и Челябинская. Типовой агломерацией является Омская. Агломерации третьего кластера характеризуются высокой площадью, большой долей лиц, имеющих доходы ниже прожиточного минимума, и самой высокой долей утилизированных отходов. Значения остальных показателей на уровне средних. Наибольший вклад в кластеризацию внес валовой объем выбросов в атмосферу.

Четвертый кластер образован тремя агломерациями: Екатеринбургской, Краснодарской и Нижегородской. Для агломераций четвертого кластера характерна самая высокая плотность населения, большой объем загрязненных сточных вод и высокие среднедушевые доходы (аналогично второму кластеру). Значения остальных показателей можно охарактеризовать как среднее для всех или части кластеров. Наибольший вклад в кластеризацию внес показатель, характеризующий валовой объем выбросов в атмосферу.

Для агломераций третьего и четвертого кластеров важной проблемой является большой валовой объем выбросов в атмосферу, что могло бы позволить объединить их в один кластер. Однако социально-экономическая ситуация, характерная для этих агломераций, заметно отличается и проявляется, в первую очередь, в уровне доходов и доле лиц, имеющих доходы ниже прожиточного минимума, соответственно.

Таким образом, в ходе кластерного анализа были выделены четыре фактора из десяти, ве-

дущие в наибольшей степени к снижению экологической устойчивости: плотность населения, валовой объем выбросов в атмосферу, общий объем образованных отходов и отходоёмкость. Согласно полученным оценкам, наименьшей эколого-экономической устойчивостью обладают агломерации первого кластера — Красноярская и Иркутская. Чуть лучшее положение в рейтинге устойчивости имеют агломерации четвертого и затем третьего кластеров. Наиболее устойчивое положение имеют агломерации, входящие в состав второго кластера.

Заключение

Проведенное исследование показало, что существует необходимость учета всех аспектов развития изучаемых объектов — экологических, экономических и социальных. В связи с этим повышается актуальность мониторинга и оценки устойчивости развития социо-эколого-экономических систем, к которым относятся городские агломерации, что подтверждается ростом интереса к феномену городских агломераций. Для их исследования используются различные методы, в том числе методы факторного и кластерного анализа. Они помогают, с одной стороны, выявить высокую степень дифференциации агломераций по различным критериям, позволяющим объединить их в кластеры, а с другой стороны, обозначить неоднородность развития каждой из агломераций. Подобная кластеризация городских агломераций может служить основой для планирования и прогнозирования развития территорий городских агломераций, составления экологических рейтингов и осуществления мероприятий по охране окружающей среды как на региональном, так и на государственном уровне.

Обобщая результаты кластеризации, следует отметить, что государству и бизнесу, предопределяющим развитие городских агломераций, в дальнейшем следует уделять особое внимание вопросам объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также объема образованных отходов. Не менее важными показателями эколого-экономической устойчивости агломераций также будут являться удельный объем валовых выбросов в атмосферу к ВВП и плотность населения. Все это может предопределять специфику, в том числе, правового регулирования отношений по охране окружающей среды в городских агломерациях, разработку и корректировку правовых мер охраны, основ экологического и социально-экономического развития городов для их эколого-экономической устойчивости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Жанбозова, А. Б. (2023). Управляемая урбанизация в Казахстане: институциональные основы. *Proceedings of the 4th International Scientific Conference «Reviews of Modern Science» (October 19-20, 2023)* (pp. 56–65). Zürich.
- Иванцова, Е. А., Постнова, М. В., Сагалаев, В. А., Матвеева, А. А., Холоденко, А. В. (2019). Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития. *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология*, 21(2), 143–156. <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>
- Лачининский, С. С., Сорокин, И. С. (2023). К вопросу о функциональной структуре экономики крупнейших агломераций России в условиях возросших геоэкономических и геополитических рисков. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, (4), 63–76.
- Лисина, Н. Л. (2020). *Концептуальные основы правовой охраны окружающей среды в городах*. Москва: Юрлитинформ, 432.
- Мушинова, Н. Н. (2019). Развитие городских агломераций как одно из направлений стратегии пространственного развития России. *Вестник университета*, (2), 46–51. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-2-46-51>
- Рослякова, Н. А., Окрепилов, В. В. (2023). Бедность и экономический рост в российских агломерациях: тенденции и зависимости. *Экономика региона*, 19(4), 1048–1061. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-4-8>
- Ситковский, А. М. (2021). Моделирование многокритериальной оценки социо-эколого-экономического состояния и динамики территории. *Вопросы управления*, (2(69)), 102–119.
- Устина, Н. А., Земцов, А. В. (2021). Системный подход к исследованию городских агломераций. *Вестник Международного института рынка*, (1), 140–145.
- Фаттахов, Р. В., Низамутдинов, М. М., Орешников, В. В. (2019). Оценка устойчивости социально-экономического развития регионов России. *Мир новой экономики*, 13(2), 97–110. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-2-97-110>
- Chen, J., Wang, S., & Zou, Y. (2022). Construction of an ecological security pattern based on ecosystem sensitivity and the importance of ecological services: A case study of the Guanzhong Plain urban agglomeration, China. *Ecological Indicators*, 136, 108688.
- Dembski, S., Hartmann, T., Hengstermann, A., & Dunning, R. (2020). Enhancing understanding of strategies of land policy for urban densification. *Town Planning Review*, 91(3), 209–216. <http://dx.doi.org/10.3828/tp.2020.12>
- Encalada-Abarca, L., Ferreira, C. C., & Rocha, J. (2022). Measuring tourism intensification in urban destinations: An approach based on fractal analysis. *Journal of Travel Research*, 61(2), 394–413.
- Evangelista, R., Meliciani, V., & Vezzani, A. (2018). Specialisation in key enabling technologies and regional growth in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, 27(3), 273–289. <http://dx.doi.org/10.1080/10438599.2017.1338392>
- Fu, Y., & Zhang, X. (2020). Mega urban agglomeration in the transformation era: Evolving theories, research typologies and governance. *Cities*, 105, 102813. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2020.102813>
- García-López, M. À., & Muñiz, I. (2013). Urban spatial structure, agglomeration economies, and economic growth in Barcelona: An intra-metropolitan perspective. *Papers in Regional Science*, 92(3), 515–535. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00409.x>
- Grădinaru, G. I., & Conțolencu, B. (2022). Typology of urban agglomerations from the perspective of environmental effects: a quantitative approach using multivariate statistical techniques. *Romanian Statistical Review*, (4).
- Ivanova, S., & Lisina, N. (2023). Municipal and industrial urban waste: legal aspects of safe management. *Laws*, 12(3), 48. <https://doi.org/10.3390/laws12030048>
- Kang, S. H., Lee, J. S., & Kim, S. (2024). Has South Korea's policy of relocating public institutions been successful? A case study of 12 agglomeration areas under the Innovation City Policy. *Urban Studies*, 61(5), 900–922. <http://dx.doi.org/10.1177/00420980231193567>
- Ma, J., Wang, J., & Szmedra, P. (2019). Economic efficiency and its influencing factors on urban agglomeration — An analysis based on China's top 10 urban agglomerations. *Sustainability*, 11(19), 5380. <http://dx.doi.org/10.3390/su11195380>
- Mou, J. (2022). Extracting network patterns of tourist flows in an urban agglomeration through digital footprints: The case of greater bay area. *IEEE Access*, 10, 16644–16654. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3149640>
- Murzin, A. D. (2019). Sustainable building as a tool for urban development greening. *Economy and ecology of territorial formations*, 3(3), 13–19.
- Profiroiu, C. M., Bodislav, D. A., Burlacu, S., & Rădulescu, C. V. (2020). Challenges of sustainable urban development in the context of population growth. *European Journal of Sustainable Development*, 9(3), 51–57. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n3p51>
- Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyidi, E. S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: A sustainable development perspective of Makassar City, Indonesia. *Land*, 10(6), 556. <https://doi.org/10.3390/land10060556>
- Suvorova, A. (2023). Structural characteristics of urban agglomerations: A case of Russia and Europe. *Journal of Institutional Studies*, 15(4), 91–108. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2023.15.4.091-108>
- Wang, D., Wang, P., Chen, G., & Liu, Y. (2022). Ecological-social-economic system health diagnosis and sustainable design of high-density cities: An urban agglomeration perspective. *Sustainable cities and society*, 87(4), 104177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2022.104177>

Yang, Y., Lu, H., Liang, D., Chen, Y., Tian, P., Xia, J., Wang, X., & Lei, X. (2022). Ecological sustainability and its driving factor of urban agglomerations in the Yangtze River Economic Belt based on three-dimensional ecological footprint analysis. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129802. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129802>

You, S., Feng, Z., You, Z., Shi, H., & Zhao, G. (2023). Identification and structural characteristics of urban agglomerations in China based on Baidu migration data. *Applied Geography*, 156, 102999. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ap-geog.2023.102999>

Zhang, P., Zhao, Y., Zhu, X., Cai, Z., Xu, J., & Shi, S. (2020). Spatial structure of urban agglomeration under the impact of high-speed railway construction: Based on the social network analysis. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102404.

Zhang, Z., Wang, B., Buyantuev, A., He, X., Gao, W., Wang, Y., Yang, Z. (2019). Urban agglomeration of Kunming and Yuxi cities in Yunnan, China: the relative importance of government policy drivers and environmental constraints. *Landscape ecology*, 34, 663–679. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-019-00790-2>

Zhaofeng, W., Songsong, Z., & Xian, Y. (2020). Study on the evolvement of coupling coordination between transportation network and tourism resort of urban agglomeration. *World Regional Studies*, 29(5), 962.

References

Chen, J., Wang, S., & Zou, Y. (2022). Construction of an ecological security pattern based on ecosystem sensitivity and the importance of ecological services: A case study of the Guanzhong Plain urban agglomeration, China. *Ecological Indicators*, 136, 108688.

Dembski, S., Hartmann, T., Hengstermann, A., & Dunning, R. (2020). Enhancing understanding of strategies of land policy for urban densification. *Town Planning Review*, 91(3), 209–216. <http://dx.doi.org/10.3828/tpr.2020.12>

Encalada-Abarca, L., Ferreira, C. C., & Rocha, J. (2022). Measuring tourism intensification in urban destinations: An approach based on fractal analysis. *Journal of Travel Research*, 61(2), 394–413.

Evangelista, R., Meliciani, V., & Vezzani, A. (2018). Specialisation in key enabling technologies and regional growth in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, 27(3), 273–289. <http://dx.doi.org/10.1080/10438599.2017.1338392>

Fattakhov, R. V., Nizamutdinov, M. M., & Oreshnikov, V. V. (2019). Assessment of the Sustainability of the Socio-economic Development of the Regions in Russia. *Mir novoy ekonomiki [The world of new economy]*, 13(2), 97–110. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-2-97-110> (In Russ.)

Fu, Y., & Zhang, X. (2020). Mega urban agglomeration in the transformation era: Evolving theories, research typologies and governance. *Cities*, 105, 102813. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2020.102813>

García-López, M. À., & Muñoz, I. (2013). Urban spatial structure, agglomeration economies, and economic growth in Barcelona: An intra-metropolitan perspective. *Papers in Regional Science*, 92(3), 515–535. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00409.x>

Grădinaru, G. I., & Conțolencu, B. (2022). Typology of urban agglomerations from the perspective of environmental effects: a quantitative approach using multivariate statistical techniques. *Romanian Statistical Review*, (4).

Ivanova, S., & Lisina, N. (2023). Municipal and industrial urban waste: legal aspects of safe management. *Laws*, 12(3), 48. <https://doi.org/10.3390/laws12030048>

Ivantsova, E. A., Postnova, M. V., Sagalaev, V. A., Matveeva, A. A., & Kholodenko, A. V. (2019). The Environmental Assessment of Urban Agglomerations on the Basis of Sustainable Development Indicators. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3, Ekonomika. Ekologiya [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System]*, 21(2), 143–156. <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13> (In Russ.)

Kang, S. H., Lee, J. S., & Kim, S. (2024). Has South Korea's policy of relocating public institutions been successful? A case study of 12 agglomeration areas under the Innovation City Policy. *Urban Studies*, 61(5), 900–922. <http://dx.doi.org/10.1177/00420980231193567>

Lachininskii, S. S., & Sorokin, I. S. (2023). On the Functional Structure of the Economy of Russia's Major Agglomerations in the Context of Increased Geoeconomic and Geopolitical Risks. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya [Proceedings of VSU, Series: Geography. Geoecology]*, (4), 63–76. (In Russ.)

Lisina, N. L. (2020). *Kontseptual'nye osnovy pravovoy okhrany okruzhayushchey sredy v gorodakh [Conceptual basis for legal environmental protection in cities]*. Moscow: Yurлитinform, 432. (In Russ.)

Ma, J., Wang, J., & Szmedra, P. (2019). Economic efficiency and its influencing factors on urban agglomeration — An analysis based on China's top 10 urban agglomerations. *Sustainability*, 11(19), 5380. <http://dx.doi.org/10.3390/su11195380>

Mou, J. (2022). Extracting network patterns of tourist flows in an urban agglomeration through digital footprints: The case of greater bay area. *IEEE Access*, 10, 16644–16654. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3149640>

Murzin, A. D. (2019). Sustainable building as a tool for urban development greening. *Economy and ecology of territorial formations*, 3(3), 13–19.

Musinova, N. N. (2019). Development of urban agglomerations as one of the directions of the strategy of spatial development of Russia. *Vestnik universiteta*, (2), 46–51. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-2-46-51> (In Russ.)

Profiroiu, C. M., Bodislav, D. A., Burlacu, S., & Rădulescu, C. V. (2020). Challenges of sustainable urban development in the context of population Growth. *European Journal of Sustainable Development*, 9(3), 51–57. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n3p51>

- Roslyakova, N.A., & Okrepilov, V.V. (2023). Poverty and economic growth in Russian agglomerations: trends and dependencies. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 19(4), 1048–1061. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-4-8> (In Russ.)
- Sitkovskiy, A. M. (2021). Modeling of multi-criteria evaluation of social, ecological and economic conditions and development of a territory. *Voprosy upravleniya [Management issues]*, (2(69)), 102–119. (In Russ.)
- Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyidi, E. S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: A sustainable development perspective of Makassar City, Indonesia. *Land*, 10(6), 556. <https://doi.org/10.3390/land10060556>
- Suvorova, A. (2023). Structural characteristics of urban agglomerations: A case of Russia and Europe. *Journal of Institutional Studies*, 15(4), 91–108. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2023.15.4.091-108>
- Ustina, N.A., & Zemtsov, A.V. (2021). A systematic approach to the study of urban agglomerations. *Vestnik Mezhdunarodnogo instituta rynka [Bulletin of the International Market Institute]*, (1), 140–145. (In Russ.)
- Wang, D., Wang, P., Chen, G., & Liu, Y. (2022). Ecological-social-economic system health diagnosis and sustainable design of high-density cities: An urban agglomeration perspective. *Sustainable cities and society*, 87(4), 104177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2022.104177>
- Yang, Y., Lu, H., Liang, D., Chen, Y., Tian, P., Xia, J., Wang, X., & Lei, X. (2022). Ecological sustainability and its driving factor of urban agglomerations in the Yangtze River Economic Belt based on three-dimensional ecological footprint analysis. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129802. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129802>
- You, S., Feng, Z., You, Z., Shi, H., & Zhao, G. (2023). Identification and structural characteristics of urban agglomerations in China based on Baidu migration data. *Applied Geography*, 156, 102999. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.102999>
- Zhanbozova, A. B. (2023). Managed urbanization in Kazakhstan: Institutional foundations. *Proceedings of the 4th International Scientific Conference «Reviews of Modern Science» (October 19-20, 2023)* (pp. 56–65). Zürich. (In Russ.)
- Zhang, P., Zhao, Y., Zhu, X., Cai, Z., Xu, J., & Shi, S. (2020). Spatial structure of urban agglomeration under the impact of high-speed railway construction: Based on the social network analysis. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102404.
- Zhang, Z., Wang, B., Buyantuev, A., He, X., Gao, W., Wang, Y., Yang, Z. (2019). Urban agglomeration of Kunming and Yuxi cities in Yunnan, China: the relative importance of government policy drivers and environmental constraints. *Landscape ecology*, 34, 663–679. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-019-00790-2>
- Zhaofeng, W., Songsong, Z., & Xian, Y. (2020). Study on the evolvement of coupling coordination between transportation network and tourism resort of urban agglomeration. *World Regional Studies*, 29(5), 962.

Информация об авторах

Кайзер Филипп Юрьевич — кандидат географических наук, доцент кафедры геологии и географии, Кемеровский государственный университет; Scopus Author ID: 57218918859; <https://orcid.org/0000-0002-6756-6493> (Российская Федерация, 650000, г. Кемерово, пр. Советский, 73; e-mail: filipp.kaizer@yandex.ru).

Брель Ольга Александровна — доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии и географии, Кемеровский государственный университет; Scopus Author ID: 57194028052; <https://orcid.org/0000-0003-2598-8361> (Российская Федерация, 650000, г. Кемерово, пр. Советский, 73; e-mail: brel_o_a@mail.ru).

Зайцева Анна Игоревна — кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры геологии и географии, Кемеровский государственный университет; Scopus Author ID: 57197717209; <https://orcid.org/0000-0001-5884-3586> (Российская Федерация, 650000, г. Кемерово, пр. Советский, 73; e-mail: lit-ani@mail.ru).

Лисина Наталья Леонидовна — доктор юридических наук, доцент, проректор по развитию имущественного комплекса, заведующий кафедрой трудового, экологического права и гражданского процесса, Кемеровский государственный университет; Scopus Author ID: 57211097015; <https://orcid.org/0000-0001-8707-2274> (Российская Федерация, 650000, г. Кемерово, пр. Советский, 73; e-mail: lisina_nl@mail.ru).

About the authors

Philipp Yu. Kaizer — Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor of the Department of Geology and Geography, Kemerovo State University; Scopus Author ID: 57218918859; <https://orcid.org/0000-0002-6756-6493> (73, Sovetskiy av., Kemerovo, 650000, Russian Federation; e-mail: filipp.kaizer@yandex.ru).

Olga A. Brel — Dr. Sci. (Ped.), Associate Professor, Head of the Department of Geology and Geography, Kemerovo State University; Scopus Author ID: 57194028052; <https://orcid.org/0000-0003-2598-8361> (73, Sovetskiy av., Kemerovo, 650000, Russian Federation; e-mail: brel_o_a@mail.ru).

Anna I. Zaytseva — Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Geology and Geography Department, Kemerovo State University; Scopus Author ID: 57197717209; <https://orcid.org/0000-0001-5884-3586> (73, Sovetskiy av., Kemerovo, 650000, Russian Federation; e-mail: lit-ani@mail.ru).

Natalia L. Lisina — Dr. Sci. (Law), Associate Professor, Vice-Rector for Property Complex Development, Head of the Department of Labor, Environmental Law and Civil Procedure, Kemerovo State University; Scopus Author ID: 57211097015; <https://orcid.org/0000-0001-8707-2274> (73, Sovetskiy av., Kemerovo, 650000, Russian Federation; e-mail: lisina_nl@mail.ru).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 23.05.2024.

Прошла рецензирование: 08.08.2024.

Принято решение о публикации: 17.12.2024.

Received: 23 May 2024.

Reviewed: 08 Aug 2024.

Accepted: 17 Dec 2024.