

ОЦЕНКА АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА И РИСКОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ЯКУТИИ

С. М. Никоноров

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: nico73@mail.ru

А. И. Кривичев

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
e-mail: krivichev@bk.ru

А. Н. Насонов

Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
e-mail: adn22@yandex.ru

И. В. Цветков

Тверской государственный университет, Тверь, Россия
e-mail: mancui@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена комплексному исследованию агломерационного потенциала и связанных с ним социально-экономических рисков в арктических районах Республики Саха (Якутия). Авторы акцентируют внимание на важности изучения особенностей пространственного размещения экономической активности и населенных пунктов в экстремальных климатических условиях Севера. Анализируются факторы, способствующие формированию агломерационных структур, такие как транспортная доступность, наличие сырьевых ресурсов и демографические тенденции.

В основу данного исследования положен принцип, что демографическая динамика является суммарной характеристикой устойчивого развития региона. Исследование базируется на территориально-коммуникационной модели развития территорий А. Э. Гутнова «каркас–ткань». В работе описана фрактальная модель динамики взаимодействия территориальных компонентов «каркас–ткань».

В работе построена фазовая диаграмма взаимодействия компонентов «каркас–ткань» для арктических районов Якутии на временном интервале 20 лет. Проведена оценка аттрактора территорий арктических районов Якутии в фазовом пространстве.

Для арктических районов Якутии среднее значение агломерационного потенциала равно $D_{\text{сред.}} = 1,341$, что по шкале диспропорций компонентов соответствует ИД=(0,4-0,6), а по диапазону аттрактора является высокой диспропорцией компонентов каркас–ткань, где наблюдается заметный дисбаланс: каркас доминирует (высокая концентрация ресурсов при слаборазвитой ткани). Таким образом, практически все арктические районы Якутии оказываются в зоне высоких социально-экономических рисков с малоэффективной и слабоустойчивой агломерацией, что закономерно в условиях сурового климата, высокой стоимости разработки полезных ископаемых, практического отсутствия инфраструктуры и транспортной доступности.

Полученные результаты представляют интерес для исследователей, занимающихся вопросами региональной экономики и планирования, специалистов органов власти и организаций, работающих в сфере освоения Арктики. Они позволяют выработать практические рекомендации по управлению процессами урбанизации и минимизации неблагоприятных эффектов агломерации в регионах с суровым климатом и низким уровнем освоенности территории.

Ключевые слова: региональная экономика, региональное планирование, управление процессами урбанизации, агломерационный потенциал, социально-экономические риски, демографическая динамика.

Для цитирования: Оценка агломерационного потенциала и рисков социально-экономического развития арктических районов Якутии / С. М. Никоноров [и др.] // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 4. – С. 57–71. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2026-4-57>.

Original article

ASSESSMENT OF THE AGGLOMERATION POTENTIAL AND SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT RISKS OF THE ARCTIC AREAS OF YAKUTIA

S. M. Nikonorov

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

e-mail: nico73@mail.ru

A. I. Krivichev

Lomonosov Moscow State University; Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

e-mail: krivichev@bk.ru

A. N. Nasonov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

e-mail: adn22@yandex.ru

I. V. Tsvetkov

Tver State University, Tver, Russia

e-mail: mancu@mail.ru

Abstract. *This article presents a comprehensive study of agglomeration potential and associated socioeconomic risks in the Arctic regions of the Republic of Sakha (Yakutia). The authors emphasize the importance of studying the spatial distribution of economic activity and settlements in the extreme climatic conditions of the North. Factors contributing to the formation of agglomeration structures, such as transport accessibility, availability of raw materials, and demographic trends, are analyzed.*

This study is based on the principle that demographic dynamics are a summary characteristic of a region's sustainable development. The study is based on A.E. Gutnov's «framework-fabric» territorial-communication model of territorial development. The paper describes a fractal model of the dynamics of the interaction of territorial «framework-fabric» components.

This paper constructs a phase diagram of the interaction of «framework-fabric» components for the Arctic regions of Yakutia over a 20-year timeframe. An assessment of the attractor of the Arctic regions of Yakutia in phase space was conducted. For the Arctic regions of Yakutia, the average agglomeration potential value is $D_{avg} = 1.26$, which corresponds to a very high disproportion of the framework-fabric components on the component disproportion scale, and, in terms of the attractor range, corresponds to a very high disproportion of the framework-fabric components. Thus, virtually all Arctic regions of Yakutia are in a zone of high socioeconomic risks with inefficient and unstable agglomeration, which is natural given the harsh climate, high costs of mineral development, and the virtual absence of infrastructure and transport accessibility.

The obtained results are of interest to researchers working on regional economics and planning, government specialists, and organizations working in the field of Arctic development. They allow for the development of practical recommendations for managing urbanization processes and minimizing the adverse effects of agglomeration in the regions.

Key words: *regional economy, regional planning, urbanization management, agglomeration potential, socioeconomic risks, demographic dynamics.*

Cite as: Nikonorov, S. M., Krivichev, A. I., Nasonov, A. N., Tsvetkov, I. V. (2026) [Assessment of the agglomeration potential and socio-economic development risks of the arctic areas of Yakutia]. *Intellect. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 4, pp. 57–71. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2026-4-57>.

Введение

В условиях острой зависимости мировой экономики и промышленности от энергоресурсов значение северных территорий, богатых нефтью, природным газом и другими полезными ископаемыми, неуклонно возрас-

стает. Президентом Российской Федерации В. В. Путиным утвержден основной документ стратегического планирования – Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года [10; 12].

Развитие арктических районов Якутии имеет стратегическое значение как для самой республики, так и для всей страны. Арктическая зона Якутии играет ключевую роль в экономике России благодаря запасам углеводородов, которые оцениваются в 1,3 млрд тонн нефти и 2 трлн м³ газа (Министерство природных ресурсов РФ, 2023). Северный морской путь (СМП), проходящий вдоль побережья Якутии, сокращает время доставки грузов между Азией и Европой на 30–40% по сравнению с маршрутом через Суэцкий канал (*Агентство СМП, 2022*) и может снизить транспортные расходы.

Актуальность исследования определяется необходимостью комплексного анализа факторов и условий устойчивого развития северных территорий, особенно в условиях Арктики, характеризующихся уникальными природно-климатическими условиями, спецификой расселения населения и сложностью организации хозяйственной деятельности. Вопрос оценки агломерационного потенциала и выявления социальных и экономических рисков приобретает особую значимость для регионов с низкой плотностью населения и высокой зависимостью от природных ресурсов, каковыми являются районы Республики Саха (Якутия).

Цель данной работы заключается в выявлении основных тенденций пространственной концентрации экономической активности и оценке возможных негативных последствий агломерации в арктической зоне Якутии. Исследование направлено на разработку методологических подходов и инструментариев, позволяющих объективно оценить агломерационный потенциал территории и минимизировать риски неравномерного распределения экономического роста и социальной напряженности.

Объектом исследования выступают муниципальные образования и населенные пункты арктического пояса Якутии. Предметом исследования являются социальные условия, влияющие на устойчивость и качество жизни населения региона.

Научная новизна исследования состоит в применении интегрального подхода к анализу взаимосвязей между факторами урбанизационной динамики и устойчивостью социально-экономических систем в специфических климатических и географических условиях арктических районов Якутии. Полученные результаты позволят разработать рекомендации по оптимизации территориальной структуры хозяйства, созданию инфраструктуры и механизмов управления рисками агломеративного развития в регионе.

Общая характеристика арктических районов Якутии

В Арктическую зону Российской Федерации согласно Указу Президента Российской Федерации

№ 296 [10] включены 13 улусов (районов) Республики Саха (Якутия): Абыйский, Аллаиховский, Анабарский национальный (Долгано-эвенкийский), Булунский, Верхнеколымский, Верхоянский, Жиганский национальный эвенкийский, Момский, Нижнеколымский, Оленекский эвенкийский национальный, Среднеколымский, Усть-Янский и Эвено-Бытантайский национальные улусы.

Арктические районы Якутии расположены севернее Полярного круга и занимают значительную территорию республики – около половины её площади. Эти регионы характеризуются особыми природно-климатическими условиями, такими как длительная зима, короткий вегетационный период, вечная мерзлота и низкая плотность населения. Регионы расположены преимущественно вдоль побережья Северного Ледовитого океана и в прибрежных зонах рек Индигирка, Колыма, Яна и Оленёк.

Климат крайне холодный субарктический и арктический с продолжительными зимами и коротким прохладным летом. Средняя температура января колеблется от –38 °С до –47 °С, июля – от +10 °С до +16 °С. Вечная мерзлота преобладает повсеместно, создавая особые сложности для строительства зданий и сооружений, транспортной инфраструктуры и ведения сельского хозяйства.

В регионе проживает значительное количество представителей коренных малочисленных народов Севера (эвенки, эвенцы, юкагиры), сохраняющих традиционные формы жизнеустройства, охоту, рыболовство и оленеводство.

Основу экономики составляют добыча нефти и газа, золотодобывающая промышленность, рыболовство и охотничье-промысловая деятельность. Однако уровень промышленного развития ниже среднего по республике.

К основным социально-экономическим проблемам региона относятся высокая зависимость от федерального бюджета и централизованных поставок продовольствия и товаров первой необходимости, ограниченная инфраструктура и недостаточное развитие транспортных коммуникаций, что затрудняет доступ к внешним рынкам и снижает инвестиционную привлекательность, проблемы здравоохранения, доступности образовательных услуг и социального обслуживания, обусловленные удалённостью населённых пунктов друг от друга и труднодоступностью местности.

Таким образом, арктические районы Якутии отличаются уникальным сочетанием природного богатства, сложных климатических условий и социально-демографических проблем, что требует особого внимания к вопросам устойчивого развития и адаптации жителей к условиям северной среды.

Исследования демографической устойчивости развития региона

Изучение вопросов устойчивого развития Арктической зоны (АЗ) России на основе статистического и правового анализа предложен А. А. Попковой, О. В. Третьяковой, Л. Н. Белоножкой, в частности, рассмотрены демографические индикаторы устойчивого развития, с учетом специфики привлечения трудовых мигрантов [14].

В целях сохранения народонаселения в Арктике необходимы особые меры государственного регулирования, учитывающие специфические особенности хозяйствования и абсолютно дискомфортные условия проживания населения, направленные на развитие территорий с учетом рационального использования уникальных природных ресурсов [6].

На основе концепции резильентности (способности той или иной системы возвращаться к исходному состоянию, способность преодолевать шоки и адаптироваться к новым условиям), исследовались тенденции и проблемы демографического развития АЗ России, в том числе на конкретном пилотном регионе проекта – на примере АЗ Якутии [3].

Исследователями делается вывод, что демографическое развитие в Арктике будет зависеть от проактивной государственной политики в АЗ РФ по приоритетному направлению – созданию условий для привлечения и закрепления населения в Арктике.

Государственная политика в АЗ РФ должна быть нацелена не только на привлечение инвестиций и создание благоприятствующих условий для бизнеса, но и на повышение качества жизни населения. Развитие человеческого потенциала в Арктике является решающим условием в обеспечении жизнеспособности [16].

В диссертации В. В. Сергеевой делается вывод, что для «арктического» Северо-Востока требуется создание целостного комплекса взаимосвязанных мер (точечными стимулами «арктические» проблемы не решить): 1) системные: стимулирование развития человеческого потенциала, инвестиций и инноваций; 2) территориальные: трансформация преференционных режимов – «донастройка» налоговых механизмов АЗ РФ; создание системы господдержки геостратегических территорий и опорных населенных пунктов российской Арктики; комплекса налоговых стимулов для развития субъектов малого и среднего предпринимательства в Арктике, в том числе традиционных форм занятости коренных и малочисленных народов.

В исследовании Голиковой А. А. и др. [4] указывается, что предприятия республики используют трудовой найм иностранных мигрантов в достаточно высокой доле (41,3% на 2013 год). Причем почти половину (47,0%) от заработанных в Якутии денег мигранты

отправляют домой, что, с одной стороны, вынуждает их жить в условиях жесточайшей экономии, а с другой стороны, эти деньги не участвуют в финансовом обороте местной инфраструктуры.

В статье О. В. Гордячковой и Т. И. Печетовой [5] проведена рейтинговая оценка муниципальных районов Якутии по качеству жизни населения с помощью системы объективных показателей. Результаты рейтинга свидетельствуют о значительно более низком качестве жизни в муниципальных районах Арктической зоны Республики Саха (Якутия) и подтверждают тезис о том, что качество жизни неразрывно связано с уровнем промышленного, инфраструктурного развития, а также с процессами урбанизации.

Вместе с тем, в статье Больницкой А. Н. [2] указывается, что в республике Саха (Якутия) политика социальной поддержки населения является недостаточной, наблюдается акцент на самопомощи, что создает общественный тренд на внутри- и межгрупповое взаимодействие. Этот момент, с одной стороны, способствует стабильному положению оленеводческих локальных этнических поселений, в особенности в Арктической зоне, а с другой стороны, ослабляет социальную инфраструктуру добывающей промышленности.

Многие исследователи подходили близко к главному вопросу развития территории – к повышению качества жизни населения и к определенным особенностям социальной сферы в арктических регионах, например, как у Герасимовой Г. И. и др. [1].

Спускаясь на уровень агломераций, мы основываемся на исследованиях, которые поднимают вопросы об асимметрии регионального развития [8] и инклюзивности Арктического города [9].

Многие исследователи поднимали вопрос об анализе влияния роста агломераций и других демографических факторов на развитие экономики регионов [2] с учетом и оценкой экологического фактора развития.

Исследователями уже поднимался вопрос о влиянии агломерационного фактора на развитие регионов, но главный вопрос остается в публичной оценке эффективности уровня муниципальной власти [7].

Все эти исследования говорят о том, что демографическая и инфраструктурная ситуация Арктической зоны Республики Саха (Якутия) является напряженной и требует активного вмешательства всех уровней государственной власти Российской Федерации.

Основная часть: методология, результаты

В основу данного исследования положен принцип, что демографическая динамика является суммарной характеристикой устойчивого развития региона.

В качестве материала использовались ежегодные статистические данные о динамике народонаселения

заполярных районов республики Саха-Якутия с 2004 по 2024 годы.

Кроме того, исследование базируется на территориально-коммуникационной модели развития территорий И. А. Бондаренко «каркас-ткань». Традиционно в указанной модели анализируется сбалансированность между мощностью каркаса, отображающей связность различных инфраструктур жизнеобеспечения и насыщенностью ткани, отображающей систему территориального расселения, которая непосредственно влияет на уровень социально-экономического развития территорий и рациональность использования производительных ресурсов (устойчивость) [3].

В общем случае территориальная агломерация, которая повышает качество жизни проживающего населения – это сложная система, которая ускоряет экономическое развитие, но требует грамотного управления для предотвращения усиливающихся при этом дисбалансов компонентов «каркас-ткань».

К основным негативным эффектам усиления дисбалансов следует отнести такие как, социальные (отток населения), экономические (рост затрат, сокращение инвестиций), экологические (загрязнение природной среды). Таким образом, роль управления устойчивым развитием, для достижения эффективной и устойчивой агломерации, чрезвычайно высока. Например, для компенсации увеличивающихся рисков дисбаланса современные мегаполисы с высоким агломерационным потенциалом прибегают к полицентричности при сохранении устойчивости развития [11].

В контексте сложных систем агломерация – это

наиболее эффективная территориальная организация, которая обеспечивает максимальный экономический эффект при минимизации издержек за счёт:

- минимизации транспортных и логистических затрат;
- совместного использования инфраструктур, коммуникаций, рекреационных зон;
- концентрации ресурсов (трудовых, инвестиционных, производственных);
- роста производительности и экономической эффективности.

В этом контексте агломерацию можно рассматривать, как агрегирование (объединение) территориальных компонентов «каркас-ткань» (городов, поселений, инфраструктур) через самоорганизацию под влиянием социально-экономических факторов. Формирование эффективной агломерации, позволяющей поддерживать устойчивое развитие территорий, определяется тем, как обеспечивается самоорганизация процессов в «структуре каркас-ткань», т. е. насколько хорошо сбалансирована их динамика в пространственно-временном измерении. В этом плане важными перспективными направлениями деятельности является разработка методик оценки и управления агломерационным, устойчивым развитием территорий и создание на их основе агломерационных кадастров [7].

В настоящее время для инструментальной оценки дисбаланса социально-экономического развития территорий широко используют индекс диспропорций (ИД), как отношение показателя развития каркаса (числитель) к показателю развития ткани (знаменатель):

$$ИД = (K - T) / (K + T), \quad (1)$$

где

K – функции жизнеобеспечения системы в каркасе,

T – функции жизнеобеспечения системы в ткани.

Каркас представляет собой жесткую, несущую структуру, а ткань – адаптивное заполнение каркаса через связи и взаимодействия. Синтез каркаса и ткани обеспечивает устойчивость по отношению к внешней среде.

В данном исследовании эволюция агломерации происходит через различные типы процессов, определяемых соотношением инфраструктуры (каркаса) и населения (ткани). Рассмотрим в таблице 1, какие типы процессов доминируют в базовых диапазонах ИД, измеряемого по шкале (0–1).

Важно отметить, что в приведённой классификации детерминированные процессы с элементами жёсткого планирования относятся к искусственному управлению развитием, целью которого является

ускоренное создание условий для территориальной агломерации на основе самоорганизации [15]. Как правило, регулируемые процессы управления сложными территориальными системами сопровождаются высокими рисками из-за допускаемых ошибок в планировании и прогнозе развития территорий. Это может привести к резкому увеличению финансовых издержек на обеспечение устойчивости развития. Управление развитием для обеспечения перехода к желаемой самоорганизации, с устойчивой агломерацией, должно носить мягкий характер, поскольку резкий переход от хаотического процесса к регулируемому процессу и далее может сопровождаться сбоями в управлении и увеличением риска утраты устойчивости развития [14].

Таблица 1. Классификация процессов и характеристика устойчивости агломерации, на основе значения индекса диспропорций

Значения индекса диспропорции (фаза развития)	Интерпретация состояний диспропорций компонентов «каркас-ткань»	Типы социально-экономических процессов в структуре «каркас-ткань»	Характеристика агломерации
0–0,2	Низкая диспропорция. Равномерное развитие каркаса (инфраструктура) и ткани (население)	Гармоничные, сбалансированные процессы пространственной социально-экономической интеграции. Устойчивое развитие	Максимально устойчивая и эффективная, высокоразвитая, естественная агломерация. Незначительные риски социально-экономического развития
0,2–0,4	Умеренная диспропорция. Незначительный дисбаланс между каркасом и тканью (инвестиции в инфраструктуру начинают опережать развитие жилой среды).	Самоорганизующиеся, адаптивные процессы с элементами гибкого планирования. Устойчивое развитие	Эффективная и устойчивая, развитая, естественная агломерации. Умеренные риски социально-экономического развития
0,4–0,6	Высокая диспропорция. Заметный дисбаланс: каркас доминирует (высокая концентрация ресурсов), ткань развивается слабо (фрагментирована)	Детерминированные, регулируемые процессы с элементами жёсткого планирования. Риск утраты устойчивости развития, поскольку инфраструктура создаётся «на опережение», а ткань зависит от госинвестиций	Малоэффективная и слабоустойчивая, искусственная агломерация. Высокие риски социально-экономического развития
0,6–0,8	Очень высокая диспропорция. Резкое доминирование каркаса и деградация ткани (отток населения)	Хаотические, близкие к критическим процессы. Критически неустойчивое развитие	Неэффективная и неустойчивая агломерации. Высокие риски социально-экономического коллапса
Более 0,8	Критическая диспропорция (системный коллапс). Полный разрыв между каркасом и тканью	Отсутствие социально-экономических процессов в агломерации. Полная потеря устойчивости развития	Отсутствие агломерации. Социально-экономический коллапс

Источник: разработано авторами

В таблице 1 достаточно хорошо описана смена фаз развития территорий, которая определяет степень развития социально-экономического кризиса, в соответствии с интерпретацией состояний диспропорций компонентов «каркас-ткань». Из таблицы следует, что устойчивость развития агломерации зависит от размаха диспропорции компонентов «каркас-ткань».

В территориальных системах развитие кризисов различной природы (экономического, социального, экологического) начинается с достижения очень высоких диспропорций компонентов «каркас-ткань». В этих состояниях агломерационные свойства территориальной системы полностью утрачиваются из-за развития хаотических процессов, которые в итоге могут привести к социально-экономическому коллапсу. При этом ситуация для территориальной системы остаётся контролируемой (управляемой) вплоть до наступления критической диспропорции компонентов.

Для обоснования специфики пространственного развития в условиях Арктики можно привести статью, в которой авторы вводят понятие «региональной разобщенности» как определяющей черты таких территорий [18].

В этой статье они оспаривают тот факт, что развитие, ориентированное на центры концентрации, автоматически создает положительные эффекты для периферии, что подтверждает наши результаты о «высокой диспропорции компонентов каркас-ткань», когда «каркас» (центры концентрации) доминирует при «слаборазвитой ткани» (периферия). Это объясняет, почему в условиях Арктики агломерационные процессы могут приводить не к развитию, а к усилению региональных диспропорций и рисков.

В монографии, посвященной шестилетнему этнографическому исследованию Финской Арктики, показано, что в условиях «холодной гонки» классические бинарные модели типа «центр – периферия» не работают, поскольку все компоненты находятся в состоянии нелинейной, открытой динамики [20].

В статье «холодная гонка» трактуется автором не как описание реальности, а как аналитическая линза, которая позволяет рассмотреть арктические территории не застывшей периферией, а динамическим, конфликтным и фундаментально неопределённым пространством, где три глобальные силы (климат, капитал, геополитика) сталкиваются с локальными

стратегиями выживания. Автор анализирует ускоренную гонку за арктическими ресурсами на фоне изменения климата, показывая арктические территории как пространство столкновения глобального капитала, интересов национальных государств и локальных сообществ, то есть представляет эти территории как неоднородное пространство, которое одновременно является и территорией проживания коренных народов, и периферией, и экономическим центром. Автор считает, что управление конкретной территорией будет более эффективным там, где будут созданы возможности, позволяющие учесть интересы конфликтующих сторон и транслировать их в конкретные экономические соглашения.

В наиболее актуальном исследовании, опубликованном в апреле 2026 года, рассмотрены агломерационные проблемы, в том числе, на арктических территориях, а также предложена динамическая модель, в которой фрактальная размерность используется для

определения порога эволюционного развития территории и объективной оценки сложности её пространственной структуры [17]. Это подтверждает тот факт, что выбранный нами фрактальный подход соответствует современным зарубежным исследованиям.

Исследование зарубежных ученых, на примере китайской агломерации Чэнду-Чунцин, демонстрирует применение фрактальной теории для анализа влияния транспортной инфраструктуры на пространственную структуру. В статье выявляется, как улучшение транспортной доступности меняет характер пространственного распределения и подтверждается тот факт, что фрактальные модели (подобные нашей) успешно применяются для анализа связи между транспортной доступностью, расселением и агломерационными процессами [19].

Фрактальная модель, описывающая динамику взаимодействия территориальных компонентов «каркасткань», может быть представлена соотношением:

$$N(\delta) = (\mu\delta)^{1-D}, \quad (2)$$

где

$N(\delta)$ – размер территориальной системы или мощность её каркаса,

$\mu\delta$ – масштаб измерения,

$D \in (1;2)$ – фрактальный показатель воспроизводства ткани на фиксированном временном интервале.

Фактически уравнение (1) – это статическая проекция уравнения (2), в котором выявляются такие важные характеристики территориальной системы, как её самоорганизация и последовательная смена фаз развития, представленная в таблице 1.

Выводы и обсуждение

Например, для анализируемых арктических районов Якутии имеем следующие фрактальные показатели территориального расселения, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Фрактальные показатели территориального расселения арктических районов Якутии

Анализируемые районы	Изменение населения районов за 20 лет, %	Фрактальные показатели территорий (D_i)
1. Абыйский	–36,4	1,23
2. Аллаиховский	–125,4	1,15
3. Анабарский	36,3	1,45
4. Булунский	–88,2	1,22
5. Верхнеколымский	–138,6	1,18
6. Верхоянский	–110,0	1,18
7. Жиганский	–31,7	1,08
8. Момский	–14,7	1,32
9. Нижнеколымский	–197,0	1,12
10. Оленекский	15,2	1,48
11. Среднеколымский	–23,68	1,35
12. Усть-Янский	–313,36	1,19
13. Эвено-Бытантайский	100	1,38

Источник: разработано авторами

Коэффициент корреляции между динамикой расселения и их фрактальными показателями составляет 0,66, что говорит о существенной связи процессов расселения и его фрактального показателя.

Для того, чтобы оценить агломерационный потенциал развития территорий [13], необходимо воспользоваться пакетом SPSS или STATISTICA в опции фак-

торный анализ главных компонент. Результат факторного анализа главных компонент «каркас-ткань», формально обозначаемых как (F_1 и F_2), для анализируемых районов Якутии определяется матрицей взаимодействия главных компонент «каркас-ткань» и её визуализацией в фазовом пространстве, что представлено в таблице 3 и на рисунке 1.

Таблица 3. Матрица корреляций компонентов «каркас-ткань» для арктических районов Якутии

Анализируемые районы	F_1 (ткань)	F_2 (каркас)
1. Абыйский	0,988	-0,024
2. Верхнеколымский	0,956	-0,266
3. Среднеколымский	0,950	0,074
4. Аллаиховский	0,926	-0,354
5. Верхоянский	0,924	-0,358
6. Момский	0,905	0,236
7. Булунский	0,898	-0,370
8. Нижнеколымский	0,891	-0,383
9. Усть-Янский	0,882	-0,303
10. Жиганский	0,819	-0,415
11. Анабарский	0,222	0,926
12. Эвено-Бытантайский	-0,463	0,733
13. Оленекский	-0,328	0,716

Источник: разработано авторами

Компоненты F_1 (ткань) и F_2 (каркас) обеспечивают экстенсивное (насыщенность) и интенсивное (упорядоченность, связность) развитие территории, а их корреляция показывает, насколько они сбалансированы в пространственно-временном измерении. Диспропорции компонентов возникают при нарушении их динамик, которые достигают максимума при условии $Corr(F_1/F_2) \rightarrow (-1;1)$, то есть когда компоненты развиваются независимо друг от друга. Таким образом, визуализация матрицы корреляций главных компонент «каркас-ткань» может быть представлена фазовой диаграммой на рисунке 1.

Первичный анализ позволяет анализируемые районы условно разбить на три кластера. Первый кластер объединяет Эвено-Бытантайский, Оленекский и Анабарский районы. Это территории, где в основу экономики входит оленеводство (все районы), рыболовство (все районы), сельское хозяйство (Эвено-Бытантайский), а также ведётся разработка месторождений полезных ископаемых (Оленекский, Анабарский) и имеются перспективы для развития туризма, что оказывает положительное влияние на динамику расселения

этих районов. В то же время в Эвено-Бытантайском национальном улусе – самобытном регионе с богатыми природными ресурсами, культурным наследием коренных народов и потенциалом для развития туризма и добывающей промышленности, необходимо обратить внимание на решение экологических и социальных вопросов. В Оленекском эвенкийском национальном районе – уникальном арктическом регионе с развитой культурой коренных народов, а также богатыми месторождениями алмазов и золота, которые разрабатываются крупными компаниями, необходимо обратить внимание на существующие угрозы загрязнения от добычи полезных ископаемых и разрушение инфраструктуры, в связи с таянием вечной мерзлоты. В Анабарском районе, с уникальной культурой коренных народов, богатыми ресурсами (алмазы, газ, нефть), необходимо обратить особое внимание на хрупкие экосистемы тундры, которые уязвимы к климату и деятельности человека. Распределение по другим районам расположено на периферии фазовой диаграммы и может быть объединено в следующие два кластера: 2) Момский, Среднеколымский

и Абыйский районы, которые отличаются лучшим демографическим потенциалом по отношению к районам третьего кластера и 3) Аллаиховский, Булунский, Верхнеколымский, Верхоянский, Жиганский, Нижне-

колымский, Усть-Янский районы. В то же время перечисленные районы двух последних кластеров отличаются отсутствием существенной добычи полезных ископаемых.

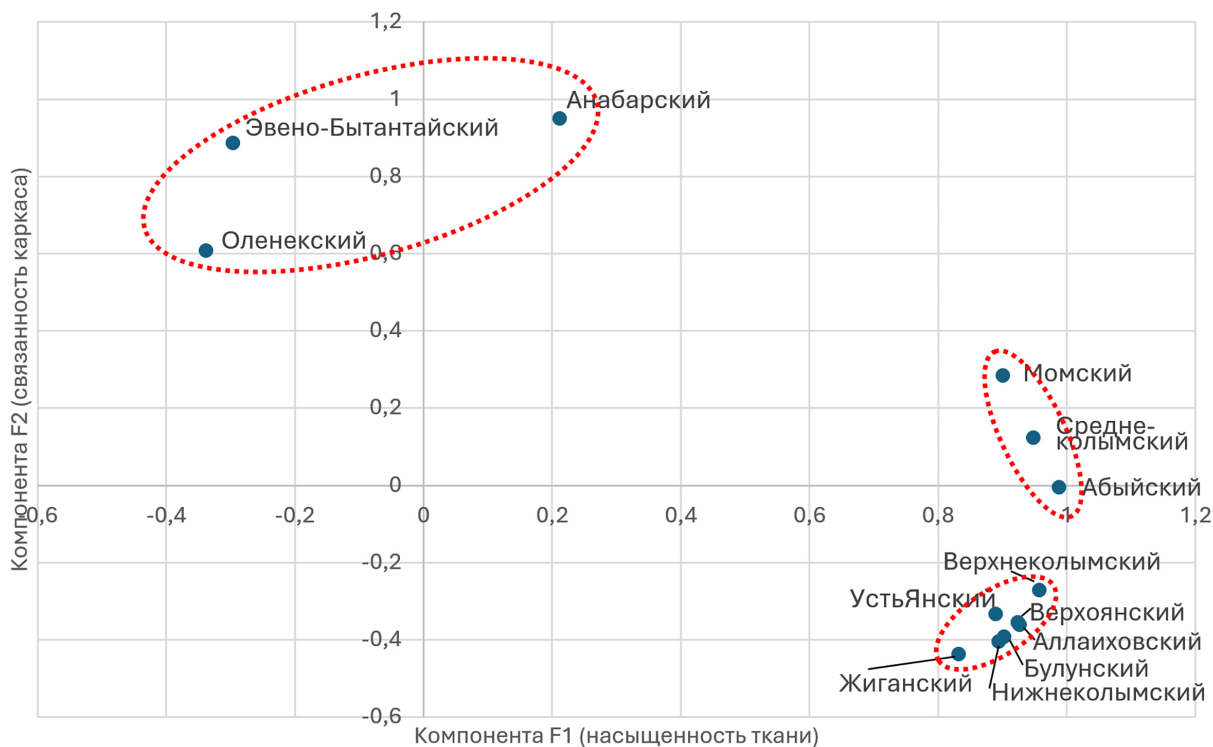


Рисунок 1. Фазовая диаграмма взаимодействия компонентов «каркас-ткань» для арктических районов Якутии
Источник: разработано авторами

Следующий аналитический этап исследования территориальной системы связан с расчётом фрактального показателя агломерационного потенциала территорий арктических районов Якутии и его верификации с индексом диспропорций модели «каркас-ткань» (ИД). Для этого мы нормируем фазовое пространство фрактальной шкалой, в которой оценивается аттрактор (D_a) агломерационного потенциала территорий и шкалой диспропорций компонентов «каркас-ткань», в которой оценивается смена фаз развития территорий, что представлено на рисунке 2.

Агломерационный потенциал территории рассчитывается с использованием соотношения:

$$D_a = \sum_{j=1,2}^{i=(1,...,7)} \alpha_j D_i(F_j)$$

$$1,2 \leq D_i \leq 1,7; F_j \in (-1;1),$$

где

D_a – фрактальный индекс устойчивости территории;

α_j – весовые коэффициенты параметров, обеспечивающих сбалансированность факторных нагрузок;

$F_j(D_i)$ – фрактальные показатели факторных нагрузок;

D_i – локальные фрактальные показатели,

или D_a – фрактальный показатель агломерационного потенциала территории;

$\alpha_j D_i(F_j)$ – фрактальные показатели вклада, составляющих арктических районов Якутии в агломерационный потенциал с учётом их весовых коэффициентов α_j .

Весовые коэффициенты берутся из матрицы корреляций компонентов «каркас-ткань», представленные в таблице 3, и умножаются на соответствующие фрактальные показатели из таблицы 2:

$$D_a = \sum_{j=1,2}^{i=(1,...,n)} \alpha_j D_i(F_j) = 1,341$$

$$1,2 \leq D_i \leq 1,7; F_j \in (-1;1)$$

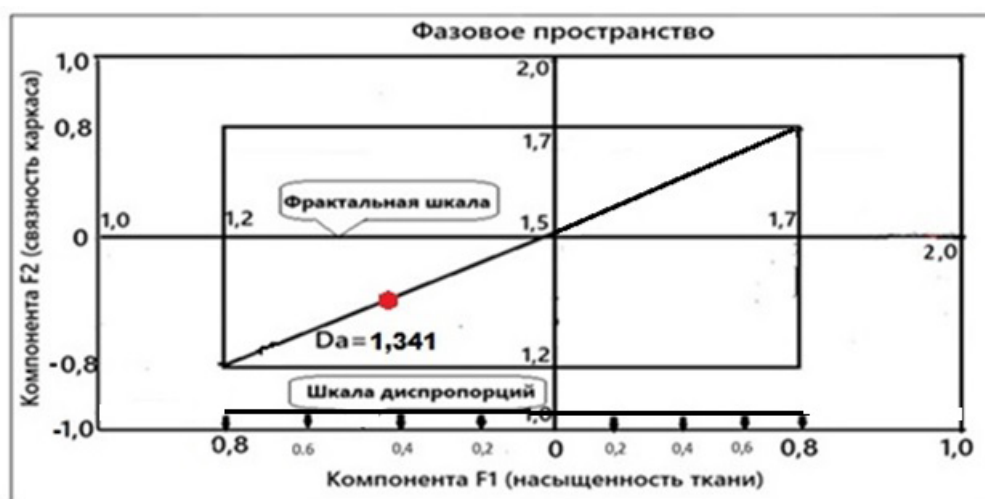


Рисунок 2. Оценка аттрактора территорий арктических районов Якутии в нормированном фазовом пространстве

Источник: разработано авторами

Выводы

1. Агломерация является наиболее эффективной формой территориальной организации, обеспечивающей максимальную экономическую эффективность при минимуме издержек.

2. Между индексом диспропорций «каркас-ткань» (ИД) и агломерацией существует закономерная связь: максимально эффективная агломерация формируется при низкой диспропорции компонентов «каркас-ткань», а с увеличением размаха диспропорции уменьшается эффективность и устойчивость агломераций до полной её потери.

3. Оценку агломерационного потенциала в связи с диспропорциями территориальных компонентов (ИД) необходимо осуществлять в динамике на основе фрактальных показателей временных рядов исследуемых переменных. В этом случае агломерационный потенциал (D_a) может являться аттрактором (центром притяжения), оцениваемым в фазовом пространстве, нормированном двумя шкалами: шкалой значений индекса диспропорции «каркас-ткань» и фрактальной шкалой, представленной на рисунке 2. Все возможные варианты решений по оценке агломерационного потенциала (аттрактора) приведены в таблице 4.

Таблица 4. Оценка состояния устойчивости и рисков социально-экономического развития агломерации на основе аттрактора

Диапазоны агломерационного потенциала (диапазоны аттрактора)	Оценка состояния устойчивости агломерации	Оценка рисков социально-экономического развития агломерации
$1,55 \leq D_a \leq 1,5$ $1,425 \leq \hat{D}_a \leq 1,5$	Максимально устойчивая и эффективная агломерация. Наилучшее использование ресурса при умеренной нагрузке	Низкие риски социально-экономического развития
$1,55 < D_a \leq 1,6$ $1,35 \leq \hat{D}_a < 1,425$	Эффективная и устойчивая агломерации. Не худшее использование ресурса при повышенной нагрузке	Умеренные риски социально-экономического развития
$1,6 < D_a \leq 1,65$ $1,275 \leq \hat{D}_a < 1,35$	Слабоустойчивая агломерация при неэффективном использовании ресурса	Высокие риски социально-экономического развития
$1,65 < D_a \leq 1,7$ $1,2 \leq \hat{D}_a < 1,275$	Неустойчивая агломерация при слабоэффективном использовании ресурса, в условиях критических нагрузок («выгорание среды»)	Крайне высокие риски при социально-экономической стагнации
$1,7 < D_a < 1,2$	Отсутствие агломерации	Социально-экономический коллапс

Источник: разработано авторами

Из таблицы 4 следует, что качество среды жизнедеятельности, определяемое агломерационным развитием, задается двумя показателями типа «нагрузка – ресурс» и индицирует, насколько эффективно используются существующие ресурсы территории при заданной нагрузке.

Для арктических районов Якутии значение агломерационного потенциала равно $D_a = 1,341$, что по шкале диспропорций компонентов соответствует $ID = (0,4 - 0,6)$, а по диапазону аттрактора соответствует значению диапазона $1,275 \leq D_a < 1,35$ и является высокой диспропорцией компонентов «каркас-ткань», где наблюдается заметный дисбаланс: каркас доминирует (высокая концентрация ресурсов при слаборазвитой ткани).

Таким образом, практически все арктические районы Якутии оказываются в зоне высоких социально-экономических рисков с малоэффективной и слабой устойчивой агломерацией, что закономерно в экстремальных климатических условиях Арктики, а также высокой стоимости разработки полезных ископаемых, практического отсутствия инфраструктуры и транспортной доступности.

Авторское исследование показало, что в арктических районах Якутии наблюдается «высокая концентрация ресурсов при слаборазвитой ткани». Это означает, что ресурсные проекты (добыча полезных ископаемых) не создают устойчивых положительных эффектов для малых населённых пунктов и коренного населения.

Необходимо конкретизировать практические рекомендации для органов управления на различных уровнях в республике Саха (Якутия).

Известно, что НДПИ дает около четверти налоговых доходов в республиканский бюджет Якутии, но, несмотря на наличие денег в республиканском бюджете, до арктической «ткани» (арктических населённых пунктов) деньги доходят не в полной мере. Существующая система межбюджетных трансфертов не решает структурных проблем. Сами районы теряют значительную часть потенциальных доходов из-за «серой» регистрации бизнеса, поскольку крупные промышленные предприятия и их подрядчики часто зарегистрированы в головных офисах за пределами Якутии (например, в Москве). Таким образом, «каркас» (добывающая промышленность) действительно генерирует основной поток доходов, но институты распределения настроены так, что «ткань» (периферия, наслег) не получает адекватной доли, даже когда эти деньги формально остаются в регионе.

Таким образом, на республиканском уровне необходимо принятие закона об Арктической зоне Республики Саха (Якутия) с квотами для малых и средних

предприятий (МСП), поскольку именно они являются экономическим скелетом «ткани» в арктических районах Якутии (небольшие компании, семейные общины, индивидуальные предприниматели и кооперативы), которые составляют экономическую основу «ткани» в нашей модели. В рамках этого закона, крупные компании-недропользователи («каркас»), работающие в арктических районах, должны быть законодательно обязаны закупать определенный процент продукции и услуг у местных малых предприятий («ткани»). Региональный закон может ввести категорию «арктического очень малого предпринимателя» со своим порогом входа. Для очень малых форм бизнеса (семейная община) порог инвестиций может быть снижен до 200 тыс. рублей, а налоговый и отчетный режимы упрощены. Это позволит легализовать и поддерживать тысячи людей, которые сейчас работают «в серую»: собирают ягоды, шьют национальную одежду, ремонтируют снегоходы и т.д.

На уровне улуса рекомендуется внедрить региональный стандарт «Сделано в Арктике». Это позволит местным производителям получать премиальную наценку на местную продукцию (морошку, голубику, оленину и рыбу), которые продаются как сырье и дешево уходят в центральные регионы. Возможна выдача субсидий на строительство локальных цехов глубокой переработки (сушка ягод, вакуумная упаковка оленины, пошив национальной одежды) именно для туристического и внешнего рынка.

На уровне наслега можно рекомендовать внедрение системы фондов общественного развития. Для этого можно создать «фонд наслега», в который компания-недропользователь будет отчислять проценты от прибыли. Управление фондом может осуществляться Советом старейшин и предпринимателей наслега. Деньги фонда могут пойти на проекты, меняющие «ткань» (современные котельные, интернет в стойбище с бесплатным тарифом, покупку вездеходов для общин и т.д.).

Заключение

В рамках проведенного исследования представлена авторская методика оценки агломерационного потенциала и рисков социально-экономического развития территорий. Апробация авторской методики на примере арктических территорий Якутии позволила на первом этапе создать фазовую диаграмму взаимодействия компонентов «каркас-ткань» для арктических территорий Якутии на временном интервале 2004–2024 гг. и провести первичный анализ арктических районов Якутии. На втором этапе был применен новый метод оценки агломерационного потенциала территорий, связанный с расчётом фрактального по-

казателя (аттрактора) агломерационного потенциала территорий арктических районов Якутии в фазовом пространстве. Для этого авторы нормировали фазовое пространство фрактальной шкалой, в которой оценивался аттрактор территорий и шкалой диспропорций компонентов каркас-ткань, в которой оценивалась устойчивость развития территорий. Благодаря полу-

ченному результату был сделан вывод, что все арктические районы Якутии оказались в зоне повышенных социально-экономических рисков.

Развитие арктических районов Якутии требует баланса между экономикой, экологией и интересами коренных народов.

Литература

1. Белоножко М. Л., Герасимова Г. И., Пинигин И. Е. Теоретические и практические аспекты управления социальной сферой Ямало-Ненецкого автономного округа // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 26–37. – <https://doi.org/10.31660/1993-1824-2025-1-26-37>. – EDN: WRMGQK.
2. Больницкая А. Н. Государственная политика социальной поддержки населения // Регионоведение. – 2016. – № 2 (95). – С. 90–98. – EDN: VZYXKV.
3. Бондаренко И. А. Каркас и ткань города: между твердым порядком и динамическим хаосом // Градостроительство. – 2015. – № 5 (39). – С. 24–38. – EDN: VBOBCF.
4. Голикова А. А., Больницкая А. Н., Неустроева А. Б. Иностранная трудовая миграция в республику Саха (Якутия) // Регионоведение. – 2015. – № 4 (93). – С. 103–111. – EDN: VBISHT.
5. Гордячкова О. В., Печетова Т. И. Качество жизни населения республики Саха (Якутия): рейтинг муниципальных районов // Регионоведение. – 2018. – Т. 26, № 4 (105). – С. 674–697. – <https://doi.org/10.15507/2413-1407.105.026.201804.674-697>. – EDN: YQJHBZ.
6. Демографическое самочувствие регионов России. Национальный демографический доклад – 2024: монография / Т. К. Ростовская [и др.]. – М., Вологда : Вологодский научный центр Российской академии наук. – 2025. – 385 с. – EDN: GTPIJV.
7. Дружинин П. В., Морошкина М. В., Дружинин В. П. Влияние агломерации на развитие региона: роль образования и инноваций // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2024. – № 11. – С. 294–297. – EDN: DMZZFE.
8. Дружинин П. В., Юрьева А. А., Ларионова Е. И. Влияние структуры экономики регионов на развитие столиц регионов и периферии // Проблемы рыночной экономики. – 2025. – № 2. – С. 20–29. – <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2025-2-20-29>. – EDN: IJOQSS.
9. Жигунова Г. В. Инклюзивность арктического города: состояние и пути повышения доступности социальных пространств для маломобильных категорий // Развитие Севера и Арктики: формирование и сохранение традиционных российских духовно-нравственных ценностей. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. Архангельск 25-27 апреля 2024 года. – Архангельск, 2024. – С. 65–69. – EDN: PDMFGC.
10. Методика оценки и ранжирования социально-экономического развития моногородов на основе многофакторного анализа фрактальных показателей / С. М. Никоноров [и др.] // Регионоведение. – 2024. – Т. 32, № 2 (127). – С. 326–344. – <https://doi.org/10.15507/2413-1407.127.032.202402.326-344>. – EDN: WXDVCS.
11. Никулкина И. В., Романова Е. В. Демографическое развитие арктических регионов России в контексте концепции резильентности // Народонаселение. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 123–135. – <https://doi.org/10.24412/1561-7785-2024-1-123-135>. – EDN: FFACHY.
12. Пермовский А. А., Полянская В. А., Полянский С. А. Устойчивость развития промышленных предприятий: основные тенденции развития в условиях цифровой трансформации // Управленческий учет. – 2024. – № 8. – С. 72–79. – EDN: BPTAZC.
13. Пилясов А. Н. Алгоритм преодоления монопрофильности арктического города: случай Норильска // Арктика и Север. – 2023. – № 53. – С. 101–134. – <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.101>. – EDN: UCMAGZ.
14. Попкова А. А., Третьякова О. В., Белоножко Л. Н. Устойчивое развитие малых территорий Ямало-Ненецкого автономного округа // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. – 2025. – Т. 18, № 3. – С. 48–63. – <https://doi.org/10.31660/1993-1824-2025-3-48-63>. – EDN: SSKENE.
15. Проскурнова К. Ю. Пространственное планирование vs территориальное планирование – проблематика содержания видов регионального планирования // Региональная экономика: теория и практика. – 2021. – Т. 19, № 10 (493). – С. 1897–1913. – <https://doi.org/10.24891/re.19.10.1897>. – EDN: TUDRHH.
16. Рыжков Р. И., Рожкова Л. В. Геополитические интересы и международное сотрудничество государств

в Арктике // Экономика и международные отношения: проблемы, тенденции, перспективы. Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 23 мая 2025. – С. 195–202. – EDN: YJVFLE.

17. Afrianto F., Roychansyah M. S., Herwangi Y. (2026) Beyond Static Boundaries: An Integrated Framework of Space Syntax, Fractals, and Spatial Clustering for Urban Agglomeration Dynamics. *Journal of Regional and City Planning*. – Vol. 37. – No. 1, pp. 32–51. – <https://doi.org/10.5614/jpwk.2026.37.1.2>. (In Eng.).

18. Carson D. A., Carson D. B., Argent N. (2022) Cities, hinterlands and disconnected urban-rural development: Perspectives from sparsely populated areas. *Journal of Rural Studies*. – Vol. 93, pp. 104–111. – <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.05.012>. – EDN: KHNRNH. (In Eng.).

19. Li J., et al. (2020) Research on the Influence of a High-Speed Railway on the Spatial Structure of the Western Urban Agglomeration Based on Fractal Theory—Taking the Chengdu–Chongqing Urban Agglomeration as an Example. *Sustainability*. – Vol. 12. – No. 18, p. 7550. – <https://doi.org/10.3390/su12187550>. – EDN: YORWAT. (In Eng.).

20. Pietikäinen S. (2024) Cold Rush: Critical Assemblage Analysis of a Heating Arctic. Palgrave Macmillan. Springer Nature Switzerland, 239 p. (In Eng.).

References

1. Belonozhko, M. L., Gerasimova, G. I., Pinigin, I. E. (2025) [Theoretical and practical aspects of social management in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Sotsiologiya. Ekonomika. Politika* [News of higher educational institutions. Sociology. Economics. Politics]. Vol. 18. No. 1, pp. 26–37. – <https://doi.org/10.31660/1993-1824-2025-1-26-37>. (In Russ.).

2. Bolnitskaya, A. N. (2016) [State policy of social support of the population]. *Regionologiya* [Regionology]. Vol. 2 (95), pp. 90–98. (In Russ.).

3. Bondarenko, I. A. (2015) [Framework and Fabric of the City: Between Solid Order and Dynamic Chaos]. *Gradostroitel'stvo* [Urban Development]. Vol. 5 (39), pp. 24–38. (In Russ.).

4. Golikova, A. A., Bolnitskaya, A. N., Neustroeva, A. B. (2015) [Foreign Labor Migration to the Sakha Republic (Yakutia)]. *Regionologiya* [Regionology]. Vol. 4 (93), pp. 103–111.

5. Gordyachkova, O. V., Pechetova, T. I. (2018) [Quality of Life of the Population of the Sakha Republic (Yakutia): Rating of Municipal Districts]. *Regionologiya* [Regionology]. Vol. 26. No. 4 (105), pp. 674–697. – <https://doi.org/10.15507/2413-1407.105.026.201804.674-697>. (In Russ.).

6. Rostovskaya, T. K., et al. (2025) *Demograficheskoye samochuvstviye regionov Rossii. Natsional'nyy demograficheskyy doklad – 2024* [Demographic well-being of Russian regions. National demographic report – 2024]. M., Vologda: Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 385 p.

7. Druzhinin, P. V., Moroshkina, M. V., Druzhinin, V. P. (2024) [The influence of agglomeration on regional development: the role of education and innovation]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii* [Competitiveness in the global world: economics, science, technology]. Vol. 11, pp. 294–297. (In Russ.).

8. Druzhinin, P. V., Yuryeva, A. A., Larionova, E. I. (2025) [The Impact of Regional Economic Structure on the Development of Regional Capitals and Peripheries]. *Problemy rynochnoy ekonomiki* [Problems of Market Economy]. Vol. 2, pp. 20–29. – <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2025-2-20-29>. (In Russ.).

9. Zhigunova, G. V. (2024) [Inclusivity of the Arctic City: Status and Ways to Improve the Accessibility of Social Spaces for People with Disabilities]. *Razvitiye Severa i Arktiki: formirovaniye i sokhraneniye traditsionnykh rossiyskikh dukhovno-nravstvennykh tsennostey. Materialy XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Arkhangel'sk 25–27 aprelya 2024 god* [Development of the North and the Arctic: Formation and Preservation of Traditional Russian Spiritual and Moral Values. Proceedings of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference. Arkhangelsk, April 25–27, 2024]. Arkhangelsk, pp. 65–69.

10. Nikonorov, S. M., et al. (2024) [Methodology for assessing and ranking the socio-economic development of single-industry towns based on multivariate analysis of fractal indicators]. *Regionologiya* [Regionology]. Vol. 32. No. 2 (127), pp. 326–344. – <https://doi.org/10.15507/2413-1407.127.032.202402.326-344>. (In Russ.).

11. Nikulkina, I. V., Romanova, E. V. (2024) [Demographic development of the Arctic regions of Russia in the context of the resilience concept]. *Narodonaseleniye* [Population]. Vol. 27. No. 1, pp. 123–135. – <https://doi.org/10.24412/1561-7785-2024-1-123-135>.

12. Permovsky, A. A., Polyanskaya, V. A., Polyansky, S. A. (2024) [Sustainability of Industrial Enterprises: Main Development Trends in the Context of Digital Transformation]. *Upravlencheskiy uchet* [Management Accounting]. Vol. 8, pp. 72–79. (In Russ.).

13. Pilyasov, A. N. (2023) [An Algorithm for Overcoming the Single-Industry Nature of an Arctic City: The Case of Norilsk]. *Arktika i Sever* [Arctic and North]. Vol. 53, pp. 101–134. – <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.101>. (In Russ.).
14. Popkova, A. A., Tretyakova, O. V., Belonozhko, L. N. (2025) [Sustainable development of small territories of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Sotsiologiya. Ekonomika. Politika* [News of higher educational institutions. Sociology. Economics. Politics]. Vol. 18. No. 3, pp. 48–63. – <https://doi.org/10.31660/1993-1824-2025-3-48-63>. (In Russ.).
15. Proskurnova, K. Yu. (2021) [Spatial planning vs. territorial planning – problems of the content of types of regional planning]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economy: Theory and Practice]. Vol. 19. No. 10 (493), pp. 1897–1913. – <https://doi.org/10.24891/re.19.10.1897>. (In Russ.).
16. Ryzhkov, R. I., Rozhkova, L. V. (2025) [Geopolitical interests and international cooperation of states in the Arctic]. *Ekonomika i mezhdunarodnyye otnosheniya: problemy, tendentsii, perspektivy. Sbornik statey po materialam IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Penza, 23 maya 2025* [Economy and international relations: problems, trends, prospects. Collection of articles based on the materials of the IX All-Russian scientific and practical conference. Penza, May 23, 2025]. pp. 195–202. (In Russ.).
17. Afrianto, F., Roychansyah, M. S., Herwangi, Y. (2026) Beyond Static Boundaries: An Integrated Framework of Space Syntax, Fractals, and Spatial Clustering for Urban Agglomeration Dynamics. *Journal of Regional and City Planning*. Vol. 37. No. 1, pp. 32–51. – <https://doi.org/10.5614/jpwk.2026.37.1.2>. (In Eng.).
18. Carson, D. A., Carson, D. B., Argent, N. (2022) Cities, hinterlands and disconnected urban-rural development: Perspectives from sparsely populated areas. *Journal of Rural Studies*. Vol. 93, pp. 104–111. – <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.05.012>. (In Eng.).
19. Li, J., et al. (2020) Research on the Influence of a High-Speed Railway on the Spatial Structure of the Western Urban Agglomeration Based on Fractal Theory—Taking the Chengdu–Chongqing Urban Agglomeration as an Example. *Sustainability*. Vol. 12. No. 18, p. 7550. – <https://doi.org/10.3390/su12187550>. (In Eng.).
20. Pietikäinen, S. (2024) Cold Rush: Critical Assemblage Analysis of a Heating Arctic. Palgrave Macmillan. *Springer Nature Switzerland*, 239 p. (In Eng.).

Информация об авторах:

Сергей Михайлович Никоноров, доктор экономических наук, доцент, профессор экономики устойчивого развития и природопользования, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0002-8205-2140, **Scopus ID:** 56818917500

e-mail: nico.73@mail.ru

Александр Иванович Кривичев, кандидат экономических наук, инженер 1-й категории кафедры экономики устойчивого развития и природопользования, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; доцент кафедры управления недвижимостью и развитием территорий, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0002-4971-5264, **Researcher ID:** V-5920-2017

e-mail: krivichev@bk.ru

Андрей Николаевич Насонов, кандидат технических наук, доцент кафедры управления недвижимостью и развитием территорий, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0001-7201-3407, **Scopus ID:** 6701836873

e-mail: adn22@yandex.ru

Илья Викторович Цветков, доктор технических наук, профессор кафедры общей математики и математической физики, Тверской государственный университет, Тверь, Россия

ORCID ID: 0000-0002-5284-880X, **Scopus ID:** 56186407300

e-mail: mancu@mail.ru

Вклад авторов:

Никоноров С. М. – обзор литературы; проведение экспериментального исследования; анализ и обобщение

результатов исследования; подготовка первоначального варианта статьи.

Кривичев А. И. – концепция статьи; проведение экспериментального исследования; обзор литературы; анализ и обобщение результатов исследования; критический анализ и доработка текста.

Насонов А. Н. – проведение экспериментального исследования; анализ и обобщение результатов исследования; критический анализ и доработка текста.

Цветков И. В. – проведение экспериментального исследования; анализ и обобщение результатов исследования; критический анализ и доработка текста.

Статья поступила в редакцию: 12.03.2026; принята в печать: 03.07.2026.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Sergey Mikhailovich Nikonorov, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of Sustainable Development and Environmental Management Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

ORCID iD: 0000-0002-8205-2140, **Scopus ID:** 56818917500

e-mail: nico.73@mail.ru

Alexander Ivanovich Krivichev, Candidate of Economical Sciences, First Category Engineer of the Department of Sustainable Development and Environmental Management Economics, Lomonosov Moscow State University; Associate Professor of the Department of Real Estate Management and Territorial Development, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

ORCID iD: 0000-0002-4971-5264, **Researcher ID:** V-5920-2017

e-mail: krivichev@bk.ru

Andrey Nikolaevich Nasonov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Real Estate Management and Territorial Development, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

ORCID iD: 0000-0001-7201-3407, **Scopus ID:** 6701836873

e-mail: adn22@yandex.ru

Ilya Viktorovich Tsvetkov, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of General Mathematics and Mathematical Physics, Tver State University, Tver, Russia

ORCID iD: 0000-0002-5284-880X, **Scopus ID:** 56186407300

e-mail: mancu@mail.ru

Contribution of the authors:

Nikonorov S. M. – conducting a literature review; conducting an experimental study; analysis and synthesis of research results; drafting the initial version of the article.

Krivichev A. I. – concept of the article; conducting an experimental study; work with literature; analysis and generalization of the results of the study; work with the text of the manuscript.

Nasonov A. N. – conducting an experimental study; analysis and generalization of the results of the study; work with the text of the manuscript.

Tsvetkov I. V. – conducting an experimental study; analysis and generalization of the results of the study; critical analysis and revision of the text.

The paper was submitted: 12.03.2026.

Accepted for publication: 03.07.2026.

The authors have read and approved the final manuscript.