

РОЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ВЫРУЧКИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Н. А. Рослякова¹, А. Д. Волков¹, С. С. Шандров²

¹ Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Для цитирования

Рослякова Н. А., Волков А. Д., Шандров С. С. Роль пространственных взаимосвязей арктических территорий в формировании выручки организаций // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 1. — С. 72—84. — DOI: 10.25283/2223-4594-2025-1-72-84.

Статья поступила в редакцию 10 декабря 2024 г.

На всей территории российской Арктики преференциальный режим имеет «сплошной» характер реализации мер, которые по-разному проявляются на региональном и муниципальном уровнях. Исследование направлено на выявление взаимовлияния территорий европейской части российской Арктики в аспекте соотношений между основными факторами производства — трудом и капиталом при формировании выручки организаций. С использованием локальных индексов Морана установлен ряд взаимосвязей между отдельными территориями. С использованием матриц соседства и обратных расстояний по автомобильным дорогам выявлены макрорегиональные особенности взаимовлияния территорий при формировании выручки организаций.

Ключевые слова: Арктическая зона, преференциальный режим, экономическое развитие, численность сотрудников, активы организаций, выручка организаций, модель Кобба — Дугласа, пространственная эконометрика, пространственные матрицы, индексы Морана.

Введение

Преференциальный режим российской Арктики как мера экономического регулирования направлен на активизацию социально-экономического развития макрорегиона и имеет «сплошное» действие на всей его территории [1]. Существующая система мер позволяет учитывать региональную и муниципальную специфику, но лишь в преломлении налоговой системы, обусловленной административно-территориальным делением и иерархией [2]. В то же время неоднородность экономического пространства Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) [3, с. 102], существующие эффекты поляризации и притяжения [4], диспропорции развития территорий [5] и преобладающая монопрофильность локальных экономик [6], а также намечающееся исчерпание потенциала инвестиционной привлекательности преференциального режима [2; 7] требуют терри-

ториальной спецификации мер экономического благоприятствования.

Влияние преференциального режима на арктические территории до настоящего времени изучалось в рамках нескольких аспектов. В работах, посвященных исследованию институциональных основ, рассматривались характеристики преференциального режима, его пространственный и предметный охват и срок действия [8; 9]. При анализе общих закономерностей выявлялись аспекты динамики числа резидентов, объемов инвестиций, числа создаваемых рабочих мест и их региональной и отраслевой структуры [2; 7]. Исследование пространственного аспекта при реализации мер благоприятствования позволило выявить значительную дифференциацию арктических территорий по наблюдаемым социально-экономическим эффектам [1; 10]. В аспекте взаимосвязей между факторами труда и капитала в формировании выручки среди предприятий-резидентов и предприятий-нерезидентов было показано преоб-

ладание фактора производства в деятельности различных групп предприятий [11]. Следующий за введением преференциального режима шаг в развитии механизмов пространственного развития АЗРФ был сделан в 2023 г. с публикацией перечня опорных поселений Арктики¹. Согласно разрабатываемой и обсуждаемой в настоящее время «Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года» (с прогнозным периодом до 2036 г.), одним из приоритетов является обеспечение связанности опорных поселений и включение их в Единую опорную транспортную систему. Очевидно, что для дальнейшего совершенствования регулятивных мер необходимо изучить взаимовлияние пространственных структур в рамках развития и соотношения факторов производства, а также развить методики пространственного анализа. Эти аспекты приобретают особую актуальность ввиду усиливающейся тенденции ослабления связей между регионами АЗРФ [12].

Хотя основную часть экономической активности и экономических связей в условиях АЗРФ формируют системообразующие добывающие отрасли, которые целесообразно анализировать в рамках отраслевых исследований и изучения кейсов отдельных компаний, для экономического развития, обеспечения диверсификации экономики, расширения перечня сервисов и услуг, реализуемых на арктических территориях, важно изучать и систематизировать представления о том, как пространственные особенности влияют на широкий спектр направлений хозяйственной деятельности. Для выявления таких взаимосвязей в настоящем исследовании рассмотрены 37 муниципальных районов (округов) европейской части российской Арктики, которые расположены в полностью или частично входящих в АЗРФ регионах: в Мурманскую область (17 территорий), Ненецкий автономный округ (АО) (2 территории), Республику Карелия (6 территорий), Республику Коми (4 территории), Архангельскую область (8 территорий). Указанные территории весьма неоднородны с точки зрения распределения основных факторов производства (рис. 1).

Выделяются староосвоенные территории и территории нового освоения. Специфика взаимовлияния территорий изучена недостаточно, а трансформации последних лет, обусловленные изменением глобальной экономической среды и действием преференциального режима, делают мониторинг такого взаимовлияния актуальным и необходимым.

Целью настоящего исследования является выявление взаимовлияния территорий европейской части российской Арктики в аспекте соотношений между основными факторами производства — трудом и капиталом при формировании выручки организаций. Основные факторы производства раскрываются через показатели величины активов, среднесписочной численности сотрудников. Решаются задачи сбора и обобщения данных об экономической активности на отдельных территориях европейской части АЗРФ; построения пространственных матриц соседства и обратных автомобильных расстояний для квантификации пространственно обусловленных зависимостей; первичного поиска пространственных закономерностей с использованием индекса Морана; оценки моделей с пространственными лагами для выявления пространственных зависимостей во взаимосвязи активов, среднесписочной численности работников организаций и выручки, а также роли указанных факторов в формировании последней.

Материалы и методы

Для рассматриваемых территорий были агрегированы данные о деятельности действующих на территории АЗРФ компаний, собранные из системы СПАРК. Рассматривались следующие переменные: выручка, активы и среднесписочная численность работников организаций. Данные были собраны за 2017—2022 гг., что предполагало охват трех лет до начала действия преференциальных мер и трех лет после начала их реализации. Таким образом, выборка составила 222 наблюдения (для 37 территорий за 6 лет). Также в качестве источника данных выступали информация о расстояниях между муниципальными центрами по автодорогам общего пользования, рассчитанная с помощью сервиса Яндекс Карты², и общая географическая информация о взаимном расположении муниципальных образований Европейской части АЗРФ.

Предмет исследования операционализирован в рамках модели Кобба — Дугласа, которая оценивает влияние факторов, связанных с капиталом и трудом, на результирующий параметр — выручку компаний, рассматриваемых в разрезе пространственных взаимосвязей на муниципальном уровне:

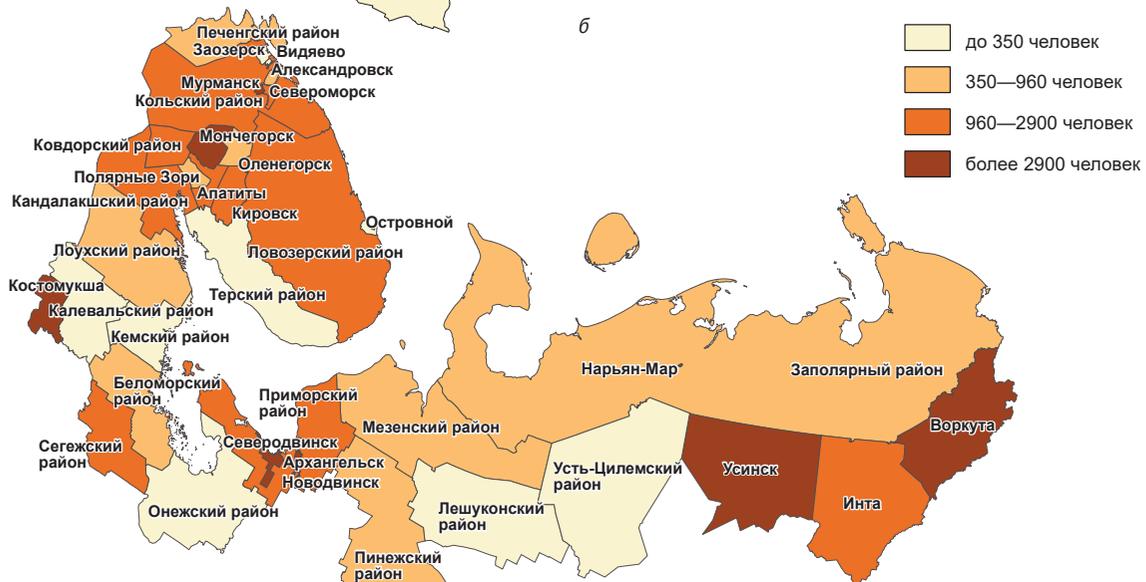
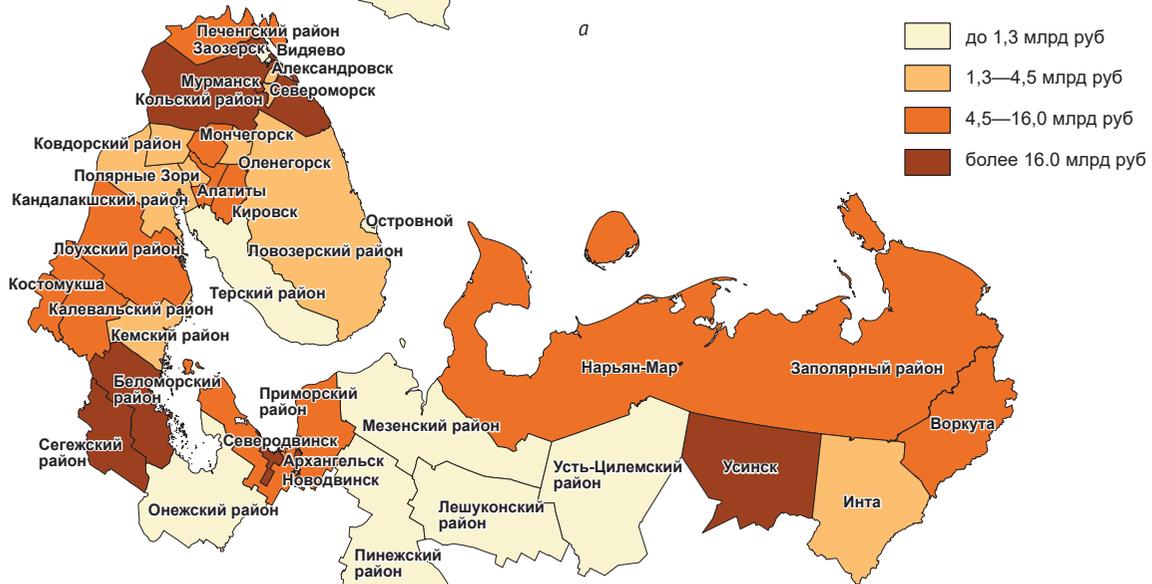
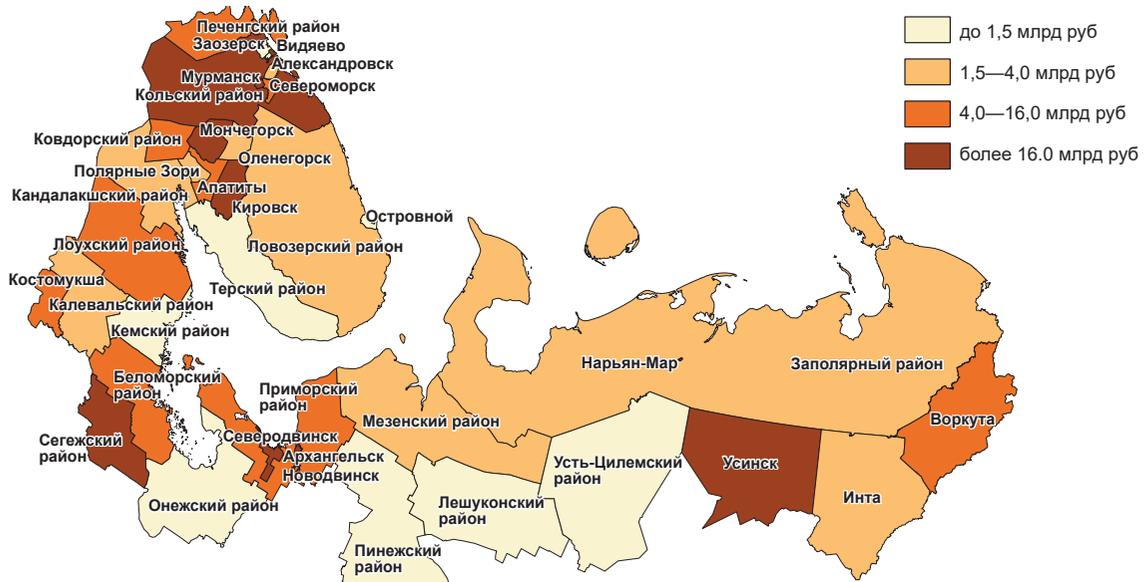
$$\ln(Y_{it}) = c + \alpha \ln(K_{it}) + \beta \ln(L_{it}) + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где Y_{it} — общий объем выручки организаций на i -й территории в t -м году, руб.; K_{it} — активы организаций на i -й территории в t -м году, руб.; L_{it} — среднегодовая численность занятых на i -й территории в t -м году; α и β — коэффициенты эластичности выручки компаний на i -й территории по факторам капитала и рабочей силы соответственно; c — параметр, отражающий совокупное влияние иных факторов (кроме

¹ Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Перечня опорных населенных пунктов (муниципальных образований) Арктической зоны Российской Федерации, в том числе выполняющих функции по обеспечению национальной безопасности и (или) функции базы для развития минерально-сырьевых центров, реализации экономических и (или) инфраструктурных проектов в Арктике» от 28 ноября 2023 г. № 3377-р. — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408019009/>.

² Яндекс Карты. — URL: <https://yandex.ru/maps/>.

Экономика и управление народным хозяйством Арктической зоны



труда, капитала) на выручку компаний (в литературе также носит название нейтрального технического прогресса [13]); ε_n — ошибка регрессии.

Пространственный аспект исследования раскрывается на базе теоретических положений пространственного анализа, заключающихся в том, что объекты, расположенные в пространстве относительно более близко друг к другу, являются более связанными и интенсивно взаимодействующими по сравнению с теми, которые расположены дальше [14]. Традиционно в качестве меры пространственной близости используются соседство территорий и наличие у них общих границ, которое формализуется через матрицу $n \times n$ территорий, где для соседствующих объектов n принимает значение 1 (что отражает наличие общей границы), а для не соседствующих объектов мера пространственной близости n задается равной 0. В данном исследовании была построена и опробована такая матрица W_n , отражающая характеристики 37 территорий европейской части российской Арктики.

Мера соседства рассчитывалась следующим образом (на примере городского округа (ГО) Мончегорск): для муниципалитетов, которые непосредственно граничат с ГО Мончегорск (Кольского муниципального района, ГО Оленегорск, ГО Апатиты, Ковдорского муниципального образования), было присвоено значение 1, для прочих муниципалитетов — значение 0. Такая процедура маркирования соседей проводится для всех 37 рассматриваемых муниципалитетов. На следующем этапе проводилась стандартизация значений по строкам, т. е. преобразование строк матрицы таким образом, чтобы сумма по строке была равна 1. Для этого суммировалось количество соседей s для каждого муниципалитета (в случае ГО Мончегорск $s = 4$) и далее каждому соседу присваивалась одинаковая мера, равная $1/s$ (в случае ГО Мончегорск это $1/4$, т. е. 0,25). Данная процедура является стандартной, ее экономический смысл базируется на предположении, что внешний для территории поток взаимодействий (который выражается цифрой 1 — 100%) распадается на взаимодействие с соседями в равных долях (в случае с ГО Мончегорск по 25% приходится на каждого соседа). При этом предполагается, что с территориями, с которыми нет общей границы, взаимодействие отсутствует (для ГО Мончегорск

в матрице это отражается цифрой 0 на пересечении с 32 остальными территориями).

Бесспорно, такой метод определения соседства имеет объективные ограничения, так как очевидно, что взаимодействие отдельных территорий выходит за пределы непосредственных соседей, что особенно справедливо для региональных столиц. Именно поэтому в качестве альтернативы используются матрицы обратных расстояний, которые исходят из более реалистичной предпосылки, что взаимодействия наиболее сильны в непосредственной близости и ослабевают (но не исчезают полностью) по мере удаления. Значение обратных расстояний представляет собой частное от деления единицы на прямое расстояние между объектами по автомобильным дорогам общего пользования и рассчитывается по формуле

$$D_{inv} = 1 / \text{dist}_{\text{avto}}, \quad (2)$$

где $\text{dist}_{\text{avto}}$ — расстояние между центрами территорий i и j по автомобильным дорогам общего пользования, исчисленное с использованием информации сервиса Яндекс Карты³, км.

При этом речь может идти как о географических центрах и связанности по географическим кратчайшим расстояниям, так и о связанности административных центров территорий и расстоянии по автомобильным дорогам. В нашем исследовании мы выбрали второй вариант реализации матрицы W_p , поскольку для арктических территорий характерен специфический тип транспортной связанности через более южные магистрали, что делает расстояния между муниципальными центрами по автодорогам существенно большими по сравнению с кратчайшими географическими расстояниями.

На первом этапе осуществлялся первичный поиск пространственных закономерностей в распределении объемов выручки, величины активов и среднесписочной численности сотрудников организаций с использованием глобального и локальных индексов Морана. Находились общие для всей рассматриваемой территории и частные зависимости на уровне отдельных муниципалитетов. Применялись программные пакеты Stata и GeoDa. Такие исследования полезны для понимания и визуализации пространственных зависимостей, однако не могут считаться исчерпывающими, поскольку не улавливают всего спектра пространственных взаимосвязей.

На втором этапе с использованием инструментария эконометрики оценивались пространственные особенности вклада факторов труда и капитала в формирование выручки организаций с учетом следующих аспектов:

- пространственных зависимостей в распределении и уровне выручки на арктических территориях, что реализуется посредством учета пространственной автокорреляции в эндогенной переменной

4 Рис. 1. Распределение территорий АЗРФ на четыре квантиля: по совокупному уровню выручки компаний (а), совокупному уровню активов компаний (б), совокупному уровню среднесписочной численности занятых в организациях (в) в 2022 г. Составлено авторами по данным информационно-аналитической системы СПАРК

Fig. 1. Distribution of the Russian Arctic territories into four quantiles: by the total level of company revenue (a), the total level of company assets (b), the total level of the average number of employees in organizations (v) in 2022. Compiled by the authors based on data from the SPARK information and analytical system

³ Там же.

Таблица 1. Глобальный индекс Морана I для рассматриваемых параметров в отдельные годы с мерой статистической значимости p-value

Table 1. Global Moran index I for the parameters under consideration in individual years with the statistical significance degree p-value

Показатель	Матрица соседства W_n		Матрица обратных автомобильных расстояний W_d	
	I	p-value	I	p-value
Выручка 2017	-0,053	0,857	-0,068	0,547
Выручка 2018	-0,019	0,952	-0,050	0,738
Выручка 2019	-0,030	0,990	-0,060	0,622
Выручка 2020	-0,030	0,986	-0,061	0,617
Выручка 2021	-0,007	0,879	-0,052	0,710
Выручка 2022	-0,017	0,936	-0,057	0,662
Активы 2017	-0,022	0,968	-0,078	0,448
Активы 2018	-0,014	0,920	-0,069	0,534
Активы 2019	-0,012	0,912	-0,070	0,522
Активы 2020	-0,018	0,942	-0,069	0,534
Активы 2021	-0,011	0,905	-0,065	0,577
Активы 2022	-0,019	0,947	-0,068	0,543
Среднесписочная численность 2017	-0,055	0,803	-0,045	0,729
Среднесписочная численность 2018	-0,035	0,943	-0,031	0,948
Среднесписочная численность 2019	-0,048	0,849	-0,041	0,794
Среднесписочная численность, 2020	-0,046	0,863	-0,039	0,826
Среднесписочная численность 2021	-0,037	0,930	-0,038	0,840
Среднесписочная численность 2022	-0,040	0,898	-0,036	0,867

Примечание. Рассчитано авторами по данным информационно-аналитической системы СПАРК.

Note. Calculated by the authors based on data from the SPARK information and analytical system.

(показателе выручки) через оценку спецификации SAR (spatial autoregressive model);

- пространственных зависимостей в распределении и значениях активов и среднесписочной численности занятых в организациях на арктических территориях (реализуется посредством учета пространственной автокорреля-

ции в экзогенных переменных через оценку спецификации SLX — spatial lag of X model);

- степени определенности закономерностей в пространственном распределении выручки организаций неучтенными в модели факторами (реализуется посредством учета пространственной автокорреляции в ошибках регрессии через оценку спецификации SEM — spatial error model);
- одновременно наблюдаемых пространственных зависимостей в определенных комбинациях: SAC (spatial autoregressive combined model) — в эндогенной переменной (выручка организаций) и ошибках регрессии (влияние неучтенных в модели факторов), SDM (spatial Durbin model) — в эндогенной (выручка организаций) и экзогенных (величина активов и среднесписочная численность сотрудников организаций) переменных, SDEM (spatial Durbin error model) — в экзогенных переменных и ошибках регрессии, GNS (general nesting spatial model) — в эндогенной и экзогенных переменных, ошибках регрессии.

Для реализации процедуры моделирования исходные данные были логарифмированы, что позволяет оценивать спецификации как линейные модели. Качество результатов оценивалось на основе значимости параметров (10% — *, 5% — **, 1% — ***), входящих в модель. Отдельное внимание было обращено на оценку значимости пространственных компонент: эндогенной переменной (выручки организаций) — WY , маркируемой коэффициентом ρ ; экзогенных переменных (величины активов и среднесписочной численности сотрудников организаций) — WX , маркируемых коэффициентом θ , остатков регрессии (влияния неучтенных в модели факторов) — Wu , маркируемой коэффициентом λ . Также для проверки устойчивости во времени пространственных особенностей территорий, определяющих влияние связанных с капиталом и трудом факторов, на результирующий параметр — выручку компаний, дополнительно оценивались два типа эффектов: случайные эффекты (random effects — re) и фиксированные эффекты (fixed effects — fe). При определении наиболее качественной модели учитывались критерии Акаике (AIC) и Шварца (BIC).

Результаты

Первичный поиск пространственных закономерностей в распределении объемов выручки, величины активов и среднесписочной численности сотрудников организаций для всей совокупности рассматриваемых территорий и отдельных муниципалитетов осуществлялся с использованием глобального и локальных

индексов Морана соответственно. Результаты представлены в табл. 1 для переменных выручки, активов и среднесписочной численности занятых.

Расчет глобального индекса Морана для всех территорий в целом не выявил общих взаимосвязей в пространственном распределении объемов выручки, величины активов и среднесписочной численности сотрудников организаций. Для всех рассматриваемых периодов и переменных пространственная автокорреляция оказывается незначимой, так как вероятность ошибки (*p*-value) существенно превосходит допустимый уровень 5% (0,05). Соответственно можно сделать вывод, что, несмотря на существенную пространственную дифференциацию территорий, отсутствует пространственная обусловленность в распределении уровней показателей выручки, активов и среднесписочной численности сотрудников организаций.

С другой стороны, отсутствие системной пространственной зависимости в масштабах всего рассматриваемого макрорегиона не исключает наличия влияний отдельных территорий друг на друга в рамках распределения рассматриваемых показателей. В связи с этим целесообразен анализ локальных индексов Морана, визуализация которых представлена на рис. 2. Горизонтальное расположение карт на рисунке соответствует годам наблюдений, вертикальное — рассматриваемым показателям.

Представленная на рис. 2 визуализация результатов расчета позволяет отметить наличие значимых пространственных взаимосвязей нескольких типов. Первый тип «Низкий-Низкий» отражает взаимовлияние территорий, каждая из которых имеет низкий уровень того или иного показателя. Этот тип взаимосвязей характерен для периферийных территорий (выделяются Мезенский и Лешуконский округа Архангельской области). Второй тип «Низкий-Высокий» отражает соотношение низкого уровня анализируемого показателя на одной территории и высокого уровня на соседней. Такая связь наблюдается для ряда территорий, прилегающих к агломерациям и региональным столицам (выделяется Приморский район, прилегающий к ГО Архангельск и ГО Североморск, граничащий с ГО Мурманск). Следует отметить, что выявленные взаимосвязи неоднородны по времени — часть из них носит устойчивый характер (наблюдается в приведенном выше примере Лешуконского и Мезенского округов), а часть имеет краткосрочный, спорадический характер. В качестве примера исключительного локального временного эффекта можно отметить связь по третьему типу «Высокий-Высокий» для показателя выручки, которая наблюдалась в 2021 г. для ГО Новодвинск. Такой эффект можно связать с началом действия преференциального режима АЗРФ и получением исключительного прироста выручки за счет одной новой компании-резидента (ООО «ТЕХСЕРВИС»), работающей в области производства органических веществ.

Полученные отдельные значимые результаты в области анализа пространственных взаимосвязей актуализируют дальнейший поиск. В рамках выявления более широкого спектра пространственных отношений в распределении объемов выручки, величины активов и среднесписочной численности сотрудников организаций использовался инструментарий пространственной эконометрики. Были построены группы моделей по различным спецификациям с использованием матрицы соседства W_n (табл. 2) и матрицы обратных автомобильных расстояний W_d (табл. 3). Лучшие модели в обеих таблицах выделены полужирным шрифтом.

Из табл. 2 и 3 видно, что полученные оценки факторов (подраздел «Основные») значимы для всех спецификаций, в то время как пространственные зависимости (подраздел «Пространственные») оказываются значимыми не везде.

В рамках наилучшей по совокупности критериев (R^2 , AIC, BIC) модели SAC_fe (9), построенной по матрице пространственного соседства W_n , видна значимость комбинированного влияния на размер выручки организаций. Наблюдается положительное пространственное влияние по параметру выручки между соседними территориями и отрицательное пространственное влияние по неучтенным в модели факторам между соседними территориями. При этом влияние неучтенных в модели факторов несколько более выражено.

Значение прямых эффектов в табл. 2 отражает влияние труда (среднесписочная численность работников организаций) и капитала (активы организаций), локализованных на данной территории, на размер выручки организаций в границах этой же территории. Косвенные эффекты заключаются в отрицательном или положительном влиянии факторов среднесписочной численности работников и активов организаций, локализующихся на соседних территориях, на размер выручки организаций на рассматриваемой территории. В наилучшей модели SAC_fe (9) влияние фактора труда превышает влияние фактора капитала практически вдвое как в рамках прямых, так и в рамках косвенных эффектов. Наличие и значимость пространственной автокорреляции ошибок λ с высокой вероятностью свидетельствует о том, что остались существенные пространственные аспекты, которые не нашли отражения в рамках моделей, представленных в табл. 2. С учетом особенностей развития транспортной инфраструктуры арктических территорий России целесообразными представляются смещение акцентов в учете пространственного влияния и переход от рассмотрения соседства к рассмотрению транспортной связанности территорий. Такой подход реализован в рамках построения моделей с использованием пространственной матрицы обратных расстояний между административными центрами муниципальных образований W_d (табл. 3).

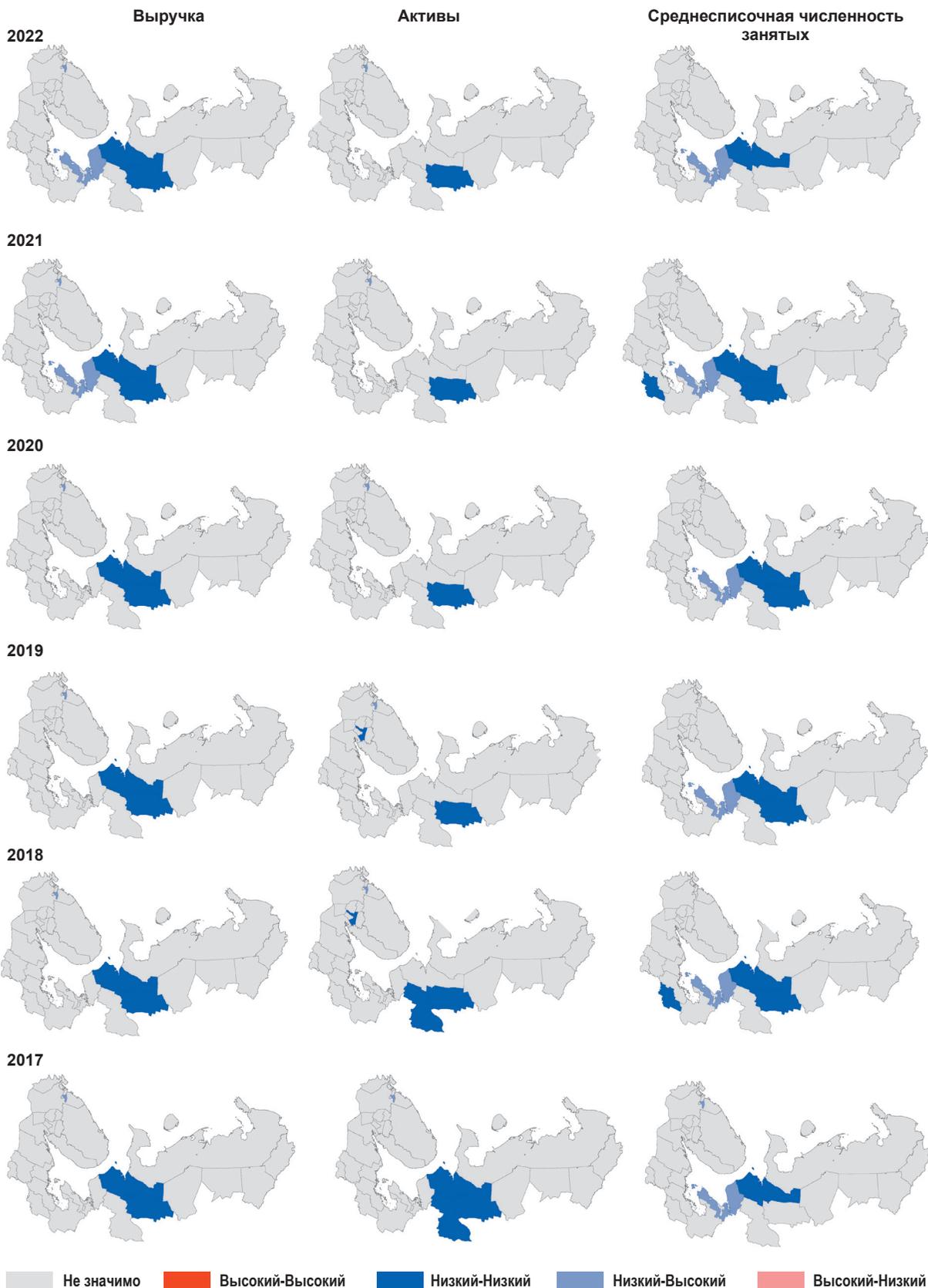


Рис. 2. Распределение локальных индексов Морана для территорий европейской части АЗРФ с выделением уровня значимости связи и ее типа. Составлено авторами по данным информационно-аналитической системы СПАРК
 Fig. 2. Distribution of local Moran indices for the territories of the European part of the Russian Arctic with the identification of the level of significance of the connection and its type. Compiled by the authors based on data from the SPARK information and analytical system

Таблица 2. Оценки моделей с использованием пространственной матрицы соседства W_n
 Table 2. Model estimations using the spatial adjacency matrix W_n

Переменная	Спецификации модели									
	re (1)	SAR_re (2)	SEM_re (3)	SDM_re (4)	GNS_re (5)	fe (6)	SEM_fe (7)	SAR_fe (8)	SAC_fe (9)	SDM_fe (10)
<i>Основные</i>										
Ln(Капитал)	0,415***	0,396***	0,407***	0,342***	0,406***	0,402***	0,377***	0,329***	0,325***	0,225***
	(0,040)	(0,044)	(0,044)	(0,051)	(0,045)	(0,052)	(0,059)	(0,055)	(0,052)	(0,057)
Ln(Труд)	0,595***	0,607***	0,603***	0,652***	0,604***	0,613***	0,633***	0,670***	0,628***	0,746***
	(0,053)	(0,054)	(0,056)	(0,058)	(0,057)	(0,076)	(0,075)	(0,072)	(0,070)	(0,070)
Константа	8,821***	8,195***	8,929***	6,923***	8,943***	8,988***				
	(0,601)	(0,845)	(0,648)	(1,046)	(0,660)	(0,892)				
<i>Пространственные</i>										
ρ		0,044		-0,002				0,135**	0,271***	-0,019
		(0,043)		(0,080)				(0,055)	(0,077)	(0,079)
λ			0,042		0,043		0,069		-0,284**	
			(0,091)		(0,092)		(0,091)		(0,126)	
θ					-0,026					
					(0,270)					
<i>Прямые эффекты (LR_Direct)</i>										
Ln(Капитал)		0,398***		0,343***		0,402***		0,333***	0,336***	0,224***
		(0,045)		(0,052)		(0,052)		(0,056)	(0,052)	(0,058)
Ln(Труд)		0,605***		0,650***		0,613***		0,671***	0,642***	0,745***
		(0,055)		(0,059)		(0,076)		(0,074)	(0,073)	(0,070)
<i>Косвенные эффекты (LR_Indirect)</i>										
Ln(Капитал)		0,016		0,193***		0,402***		0,050***	0,117***	0,419***
		(0,016)		(0,072)		(0,052)		(0,019)	(0,037)	(0,070)
Ln(Труд)		0,026		-0,175**		0,613***		0,107**	0,230***	-0,269***
		(0,027)		(0,087)		(0,076)		(0,052)	(0,088)	(0,094)
<i>Общие эффекты (LR_Total)</i>										
Ln(Капитал)		0,413***		0,536***		0,402***		0,384***	0,453***	0,643***
		(0,043)		(0,058)		(0,052)		(0,056)	(0,063)	(0,061)
Ln(Труд)		0,631***		0,474***		0,613***		0,778***	0,872***	0,475***
		(0,070)		(0,090)		(0,076)		(0,112)	(0,134)	(0,115)
Число наблюдений	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
R^2		0,957	0,958	0,951	0,958	0,660	0,957	0,952	0,937	0,930
Число объектов	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Критерий Акаике (AIC)		166,1	166,9	163,3	168,9	42,30	43,80	38,50	36,10	17,70
Критерий Шварца (BIC)		186,5	187,3	190,5	192,7	52,50	57,40	52,10	53,10	38,10

Примечание. Насчитано авторами по данным информационно-аналитической системы СПАРК.

Note. Calculated by the authors based on data from the SPARK information and analytical system.

Таблица 3. Оценки моделей с использованием пространственной матрицы обратных расстояний W_d
 Table 3. Model estimations using the spatial inverse distance matrix W_d

Переменная	Спецификации модели							
	SAR_re (11)	SEM_re (12)	SDM_re (13)	GNS_re (14)	SEM_fe (15)	SAR_fe (16)	SAC_fe (17)	SDM_fe (18)
<i>Основные</i>								
Ln(Капитал)	0,378*** (0,044)	0,367*** (0,048)	0,311*** (0,050)	0,369*** (0,049)	0,261*** (0,067)	0,270*** (0,054)	0,275*** (0,054)	0,190*** (0,057)
Ln(Труд)	0,629*** (0,055)	0,647*** (0,060)	0,707*** (0,062)	0,645*** (0,061)	0,734*** (0,079)	0,727*** (0,071)	0,717*** (0,071)	0,798*** (0,072)
Константа	5,072*** (1,575)	9,499*** (0,713)	4,783*** (1,573)	9,482*** (0,726)				
<i>Пространственные</i>								
ρ	0,196** (0,078)		0,077 (0,163)			0,388*** (0,087)	0,414*** (0,087)	0,006 (0,170)
λ		0,335** (0,152)		0,334** (0,153)	0,478*** (0,127)		-0,146 (0,209)	
θ				0,060 (0,459)				
<i>Прямые эффекты (LR_Direct)</i>								
Ln(Капитал)	0,381*** (0,044)		0,314*** (0,051)			0,278*** (0,055)	0,284*** (0,055)	0,191*** (0,059)
Ln(Труд)	0,629*** (0,057)		0,702*** (0,063)			0,739*** (0,076)	0,732*** (0,077)	0,795*** (0,073)
<i>Косвенные эффекты (LR_Indirect)</i>								
Ln(Капитал)	0,088** (0,039)		0,335*** (0,095)			0,173*** (0,052)	0,197*** (0,060)	0,500*** (0,083)
Ln(Труд)	0,150* (0,078)		-0,340* (0,176)			0,486** (0,202)	0,533** (0,216)	-0,404* (0,245)
<i>Общие эффекты (LR_Total)</i>								
Ln(Капитал)	0,469*** (0,055)		0,649*** (0,076)			0,450*** (0,078)	0,481*** (0,084)	0,691*** (0,069)
Ln(Труд)	0,780*** (0,117)		0,362** (0,164)			1,225*** (0,258)	1,265*** (0,270)	0,391 (0,252)
Число наблюдений	222	222	222	222	222	222	222	222
R^2	0,955	0,957	0,953	0,957	0,952	0,941	0,939	0,943
Число объектов	37	37	37	37	37	37	37	37
Критерий Акаике (AIC)	160,6	163,2	156,4	165,2	35,80	26,50	28	15,80
Критерий Шварца (BIC)	181	183,6	183,6	189	49,40	40,10	45	36,20

Примечание. Рассчитано авторами по данным информационно-аналитической системы СПАРК.

Note. Calculated by the authors based on data from the SPARK information and analytical system.

В наилучшей по совокупности критериев модели SAR_{fe} (16), при этом учитывающей пространственные факторы, наблюдается положительное пространственное влияние по параметру выручки между транспортно более связанными территориями. Это свидетельствует о том, что учет специфического характера транспортной доступности арктических территорий является существенным фактором, который обуславливает специфику распределения в пространстве экономической активности. При этом учет транспортной связанности территорий позволяет уточнить соотношение между вкладом факторов труда и капитала в рамках как прямых, так и косвенных эффектов: в обоих аспектах мы видим возрастание вклада труда как более мобильного фактора производства.

Анализируя прямые и косвенные эффекты для двух лучших моделей (в первой учитывалось соседство территорий, во второй — их транспортная связанность), можно отметить, что в обеих влияние трудового фактора в приращении выручки более выражено, при этом во второй модели его значение относительно возрастает, что связано, на наш взгляд, с более полным учетом его мобильности относительно активов компаний. Если при учете соседства отношение труда к капиталу составляет 1,9, то при учете автомобильных связей — 2,7 для прямых эффектов и 2,0 и 2,8 соответственно для косвенных. То есть учет характера транспортных связей повышает вклад мобильного фактора производства в результат.

Выводы

Рассмотрение взаимовлияния территорий европейской части российской Арктики в формирование локальных соотношений между основными факторами производства с помощью различных коэффициентов и эконометрических моделей позволило установить наличие такого взаимовлияния в локальном и макрорегиональном аспектах. Применение индексов Морана позволило выявить взаимозависимости, локальные во времени и пространстве, в то время как построение эконометрических моделей на основе матриц пространственного соседства территорий и обратных расстояний по автомобильным дорогам общего пользования дало возможность выявить общесистемные для рассматриваемого макрорегиона аспекты взаимовлияния. Основными значимыми типами локальных соотношений являются «Низкий-Низкий» (взаимовлияние территорий, каждая из которых имеет низкий уровень того или иного показателя, примеры — Лешуконский и Мезенский округа) и «Низкий-Высокий» (взаимовлияние территорий, одна из которых имеет низкий уровень того или иного показателя, а другая — высокий, примеры — Приморский район и ГО Архангельск). Спорадически во времени и пространстве возникают связи типа «Высокий-Высокий», в рамках которых прослеживается взаимовлияние высокого уровня показателей на соседствующих территориях (например, в рамках

показателя выручки организаций в 2021 г. для ГО Новодвинск).

Наличие пространственного взаимовлияния арктических территорий в макрорегиональном аспекте менее отчетливо проявилось при анализе, основанном на учете факта пространственного соседства муниципальных образований, чем при учете расстояний между административными центрами, рассчитанным по автомобильным дорогам общего пользования. Во втором случае при построении моделей удалось преодолеть наличие значимых неучтенных факторов пространственного характера, наблюдавшихся в первой модели, построенной с учетом пространственного соседства территорий. Также в рамках второй модели отчетливее проявляется более высокий вклад фактора труда (рассмотренного через показатель среднесписочной численности сотрудников организаций) в прирост выручки организаций по сравнению с фактором капитала (активы организаций).

В целом более точные результаты модели, построенной по матрице, учитывающей обратные автомобильные расстояния, согласуются с результатами, полученными исследователями в целом по России (например, [15; 16]). В отношении Арктики это связано со специфическим характером формирования транспортной инфраструктуры, которая часто предполагает лишние прогоны, обусловленные тем, что у соседних территорий часто отсутствует регулярное автомобильное сообщение, так как преобладают меридиональные магистрали, тогда как конфигурация макрорегиона и расположение арктических территорий ориентированы по широте. В этом отношении в рамках практических рекомендаций по результатам исследования можно отметить, что для европейской части АЗРФ существуют предпосылки к формированию широтной магистрали, которая обеспечила бы связанность территорий и более выраженные пространственные эффекты при осуществлении мер экономической и социальной поддержки для связанных территорий. Для достижения пространственной синергии в социально-экономическом развитии при совершенствовании мер экономического стимулирования целесообразно учитывать не только внутреннюю структуру экономик муниципальных образований, но и аспекты локальных и макрорегиональных пространственных взаимосвязей, выявленных в настоящем и будущих исследованиях. Анализ широкого спектра пространственных взаимосвязей территорий не только в экономическом, но и в социальном и экологическом аспектах перспективен в рамках разрабатываемой авторами категории «емкость пространства». Ее реализация предполагает достижение синергии экономического, социального и экологического потенциала территорий за счет усиления их связанности в рамках многоуровневого пространства. Примерами могут служить интеграция территорий Беломорского и Кемского районов в рамках перспективной Кемско-Беломорской опорной агломерации, повышение связанности территорий

Мезенского и Лешуконского округов Архангельской области с сопредельными территориями Республики Коми с целью поддержания социально-экономической устойчивости первых и т. д. Для Сегежского округа по мере истощения ресурсной базы целлюлозно-бумажного производства повышение связанности с другими арктическими территориями Карелии и экономическая активность в связанных отраслях (например, в лесозаготовках) на этих территориях исключительно важны для устойчивой работы и развития указанного градообразующего предприятия. Перспективно для экономического развития и поддержания освоённости повышение связанности между территориями Ненецкого автономного округа и Республикой Коми.

Определяя перспективы дальнейших исследований, следует заметить, что оценки, полученные в рамках изучения пространственной автокорреляции с использованием индекса Морана на основе матриц соседства и обратных расстояний оказались статистически незначимыми, что свидетельствует об ограниченном влиянии соседства и близости на формирование выручки компаний. Однако, с другой стороны, наличие значимых фиксированных эффектов в пространственных моделях свидетельствует о существовании между территориями сущностной разницы. В этом отношении можно наметить два вектора развития исследования. Первый видится в расширении набора анализируемых на районном уровне показателей, что позволит расширить пространство для опробования новых теоретических гипотез о значимом влиянии пространственной близости. В частности, целесообразно ввести в анализ показатели, отражающие транспортную связность территорий внутри муниципальных образований. Второй вектор связан с формированием другого типа матриц пространственных весов, которые вместо географической близости могли бы отражать близость или различие отдельных территорий по сложившимся институциональным условиям, организационной и социальной культуре, что обуславливает значимые отличия в результатах экономической деятельности на территориях.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках проекта РНФ № 23-78-10192 «Формирование этнометрического базиса институционального проектирования Российской Арктики: взаимовлияние культуры, экономического пространства и социального отбора в макросистемах» (<https://rscf.ru/project/23-78-10192/>).

Благодарность

Авторы выражают признательность редколлегии и рецензентам за советы и рекомендации по доработке материалов статьи, а также организаторам и наставникам Летней школы «Пространственное моделирование социально-экономических процессов» в Перми, организованной при поддержке Фонда Потанина, за навыки и знания, которые использовались при подготовке данного исследования.

Литература/References

1. Кузнецова О. В. Экономическая дифференциация и восприимчивость муниципалитетов российской Арктики к федеральным преференциальным режимам // Экономика региона. — 2024. — № 20 (2). — С. 462—476. — DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-8.
2. Kuznetsova O. V. Economic Differentiation of Municipalities of the Russian Arctic and their Receptivity to Federal Preferential Treatment. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 2024, no. 20 (2), pp. 462—476. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-8. (In Russian).
3. Volkov A. D., Roslyakova N. A., Vasilieva A. V., Averyanov A. O., Tishkov S. V., Nalivaychenko E. V. Preferential Regime of the Russian Arctic: Tendencies and First Results from Realization of the World's Largest Special Economic Zone. *J. of Risk and Financial Management*, 2024, vol. 17, no. 1, p. 28. DOI: 10.3390/jrfm17010028.
4. Экономическое пространство российской Арктики и пенсионная реформа: оценки, риски, последствия / Под науч. ред. Т. П. Скуфьиной, Е. А. Корчак, О. В. Губиной. — Апатиты: Изд-во Кол. науч. центра РАН, 2022. — 242 с. — DOI: 10.37614/978.5.91137.473.0.
5. Economic space of the Russian Arctic and pension reform: assessments, risks, consequences. Ed. by T. P. Skufina, E. A. Korchak, O. V. Gubina. *Apatity, KSC RAS Publ.*, 2022, 242 p. DOI: 10.37614/978.5.91137.473.0. (In Russian).
6. Леонов С. Н., Заостровских Е. А. Влияние портов Северного морского пути на формирование очаговых зон освоения восточной Арктики // Арктика: экология и экономика. — 2021. — Т. 11, № 1. — С. 6—18. — DOI: 10.25283/2223-4594-2021-1-6-18.
7. Leonov S. N., Zaostrovskikh E. A. Influence of the Ports of the Northern Sea Route on the Formation of Focal Zones for the Development of the Eastern Arctic. *Arctic: Ecology and Economy*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 6—18. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-1-6-18. (In Russian).
8. Лажнецов В. Н. Социально-экономическое пространство и территориальное развитие Севера и Арктики России // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 2. — С. 353—365.
9. Lazhentsev V. N. Socio-Economic Space and Territorial Development of the North and the Arctic of Russia. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 2018, vol. 14, no. 2, pp. 353—365. (In Russian).
10. Емельянова Е. Е. Социально-экономическое положение и инвестиционная деятельность муниципальных образований АЗРФ: проблемы развития // Север и рынок: формирование экон. порядка. — 2019. — № 4 (66). — С. 29—42. — DOI: 10.25702/KSC.2220-802X-4-2019-66-29-42.
11. Emelyanova E. E. Socio-economic situation and investment activities of municipalities of the Arctic Zone of the Russian Federation: development problems. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka [The North and the Market: Forming the Economic*

- Order], 2019, no. 4 (66), pp. 29—42. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X-4-2019-66-29-42. (In Russian).
7. Котов А. В. Развитие преференциального режима при реализации инвестиционных проектов промышленного освоения территории Арктической зоны Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. — 2023. — Т. 13, № 2. — С. 297—309. — DOI: 10.25283/2223459420232297309.
- Kotov A. V. Preferential treatment propagation in the implementation of investment projects for the industrial development of the Russian Arctic territory. *Arctic: Ecology and Economy*, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 297—309. DOI: 10.25283/2223-4594-2023-2-297-309. (In Russian).
8. Koshkin V. New developments in the regulations of the Arctic Zone of the Russian Federation: Continuity and change. *The Polar J.*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 443—458. DOI: 10.1080/2154896X.2020.1848711.
9. Одинцова А. В. Преференциальные территории в пространственном развитии Российской Федерации // Федерализм. — 2023. — Т. 28, № 2 (110). — С. 27—46. — DOI: 10.21686/2073-1051-2023-2-27-46.
- Odintsova A. V. Preferential Territories in the Spatial Development of the Russian Federation. *Federalizm [Federalism]*, 2023, vol. 28, no. 2 (110), pp. 27—46. DOI: 10.21686/2073-1051-2023-2-27-46. (In Russian).
10. Волков А. Д., Рослякова Н. А., Слепцов Р. С., Никитина А. С. Методика оценки эффективности особой экономической зоны Российской Арктики с учетом региональной специфики // Север и рынок: формирование экон. порядка. — 2024. — № 3. — С. 7—26. — DOI: 10.37614/2220-802X.3.2024.85.001.
- Volkov A. D., Roslyakova N. A., Sleptsov R. S., Nikitina A. S. A method for measuring the performance of the Russian Arctic as a special economic zone: Accounting for regional specificities. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka [The North and the Market: Forming the Economic Order]*, 2024, no. 3, pp. 7—26. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2024.85.001. (In Russian).
11. Рослякова Н. А., Волков А. Д. Эффективность преференциального режима для предприятий российской Арктики: инструментарий и результаты оценки // Арктика: экология и экономика. — 2024. — Т. 14, № 2. — С. 238—248. — DOI: 10.25283/2223-4594-2024-2-238-248.
- Roslyakova N. A., Volkov A. D. Preferential treatment effectiveness for enterprises of the Russian Arctic: tools and evaluation results. *Arctic: Ecology and Economy*, 2024, vol. 14, no. 2, pp. 238—248. DOI: 10.25283/22234594-2024-2-238-248. (In Russian).
12. Богачев В. Ф., Микуленок А. С. Реструктуризация системы управления арктическими регионами // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. — 2020. — № 2—3 (61—62). — С. 84—93.
- Bogachev V. F., Mikulenok A. S. Restructuring Arctic regions management system. *Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya [Economics of the North-West: problems and development prospects]*, 2020, no. 2—3 (61—62), pp. 84—93. (In Russian).
13. Афанасьев А. А., Пономарева О. С. Макроэкономическая производственная функция России и оценка предельной нормы технологического замещения в беспрецедентных социально-экономических реалиях 2020—2022 гг. // Бизнес-информатика. — 2022. — Т. 16, № 4. — С. 82—104. — DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.82.104.
- Afanasiev A. A., Ponomareva O. S. Macroeconomic production function of Russia and estimation of the marginal rate of technical substitution in the unprecedented socio-economic realities of 2020—2022. *Biznes-Informatika [Business Informatics]*, 2022, vol. 16, no. 4, pp. 82—104. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.82.104. (In Russian).
14. Tobler W. R. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 1970, vol. 46, pp. 234—240. DOI: 10.2307/143141.
15. Гильтман М. А., Антосик Л. В., Варламова Ю. А., Ларионова Н. И. Влияние численности занятых на заработную плату и цены на жилье в российских регионах // *Вопр. экономики.* — 2022. — № 8. — С. 95—117. — DOI: 10.32609/0042-8736-2022-8-95-117.
- Giltman M. A., Antosik L. V., Varlamova J. A., Larionova N. I. Impact of the number of employees on wages and housing prices in Russian regions. *Voprosy Ekonomiki [Economic issues]*, 2022, no. 8, pp. 95—117. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-8-95-117. (In Russian).
16. Семерикова Е. В., Демидова О. А. Анализ региональной безработицы в России и Германии: пространственно-эконометрический подход // *Пространств. экономика.* — 2015. — № 2. — С. 64—85.
- Semerikova E. V., Demidova O. A. Analysis of regional unemployment in Russia and Germany: a spatial-econometric approach. *Prostranstvennaya ekonomika [Spatial Economics]*, 2015, no. 2, pp. 64—85. (In Russian).

Информация об авторах

Рослякова Наталья Андреевна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН (185910, Россия, Петрозаводск, Пушкинская ул., д. 11), e-mail: na@roslyakova24.ru.

Волков Александр Дмитриевич, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН (185910, Россия, Петрозаводск, Пушкинская ул., д. 11), e-mail: kov8vol@gmail.com.

Шандров Серафим Сергеевич, магистрант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29, литера Б), e-mail: swrafiim.shandrov@gmail.com.

THE ROLE OF SPATIAL RELATIONSHIPS OF ARCTIC TERRITORIES IN THE REVENUE FORMATION OF ORGANIZATIONS

Roslyakova, N. A.¹, Volkov, A. D.¹, Shandrov, S. S.²

¹ Department of Integrated Scientific Research, Karelian Scientific Center of the RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (Saint Petersburg, Russian Federation)

The article was received on December 10, 2024

For citing

Roslyakova N. A., Volkov A. D., Shandrov S. S. The role of spatial relationships of Arctic territories in the revenue formation of organizations. *Arctic: Ecology and Economy*, 2025, vol. 15, no. 1, pp. 72—84. DOI: 10.25283/2223-4594-2025-1-72-84 (In Russian).

Abstract

The preferential regime of the Russian Arctic has a “continuous” nature of the implementation of measures throughout the macro-region, manifested differently at the regional and municipal levels. The study aim is to identify the mutual influence of the territories of the European part of the Russian Arctic in the formation of local relationships between the main factors of production — labor and capital on the revenue formation of organizations. The object of the study is 37 municipalities of the European part of the Russian Arctic. The researchers use the Cobb-Douglas model, global and local Moran indices, spatial econometric models based on neighborhood matrices and inverse distances along roads. They have identified two main types of local relationships of municipalities: “Low-Low” and “Low-High”, as well as a sporadically occurring type “High-High”. The model based on the matrix of inverse distances along roads has showed the greatest efficiency. The researchers have determined the predominant contribution of the labor factor (average number of employees of organizations) to the increase in revenue of organizations within the framework of direct and indirect effects. In order to achieve spatial synergy in socio-economic development when improving incentive measures, it is advisable to take into account not only the internal structure of the economies of municipalities, but also aspects of local and macro-regional spatial relationships.

Keywords: *Arctic zone, preferential regime, economic development, number of employees, assets of organizations, revenue of organizations, Cobb-Douglas model, spatial econometrics, spatial matrices, Moran indices.*

Funding

This research was supported by the Russian Science Foundation, project number 23-78-10192 “Formation of the ethnometric basis for institutional design of the Russian Arctic: the mutual influence of culture, economic space and social selection in macrosystems” (<https://rscf.ru/project/23-78-10192/>).

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the Editorial Board and reviewers for their advice and recommendations on finalizing the article materials, as well as to the organizers and tutors of the Summer School “Spatial Modeling of Socio-economic Processes” in Perm, organized with the support of the Potanin Foundation, for sharing skills and knowledge during preparation of this study.

Information about the authors

Roslyakova, Natalia Andreevna, PhD of Economy, Senior researcher, Department of Integrated Scientific Research, Karelian Scientific Center of the RAS (11, Pushkinskaya St., Petrozavodsk, Russia, 185910), e-mail: na@roslyakova24.ru.

Volkov, Alexander Dmitrievich, PhD of Economy, Senior researcher, Department of Integrated Scientific Research, Karelian Scientific Center of the RAS (11, Pushkinskaya St., Petrozavodsk, Russia, 185910), e-mail: kov8vol@gmail.com.

Shandrov, Serafim Sergeevich, master’s student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (29B, Polytechnicheskaya St., Saint Petersburg, Russia, 195251), e-mail: swrafim.shandrov@gmail.com.

© Roslyakova N. A., Volkov A. D., Shandrov S. S., 2025