

Возможности использования эконометрических методов в исследовании межрегиональных взаимодействий миграции на транспорте

Бычкова Анна Андреевна

Мл. науч. сотр.

ORCID: 0000-0001-8676-5298, e-mail: bychkova.aa@uiec.ru

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

Настоящая статья представляет совокупность методических подходов к прогнозированию пространственной неоднородности транспортных миграционных потоков в Российской Федерации. Целью исследования является разработка методологической базы прогнозирования пространственной неоднородности миграционных потоков. Научная новизна статьи заключается в представлении и систематизации методических подходов, специфических для исследования социально-экономических факторов, влияющих на миграционные потоки с учетом пространственной неоднородности в контексте Российской Федерации. Исследование имеет потенциальную практическую ценность для разработки эффективных миграционных политик и стратегий пространственного развития в стране. В исследовании использованы общенаучные методы познания, системно-структурный анализ, метод теоретического исследования. В ходе работы был проведен обзор литературы и проанализированы методы прогнозирования, применимые в исследовании миграционных потоков в соотношении транспортной доступности, которые основываются на анализе реальных данных. Результаты исследования показали, что существует возможность исследования миграционных потоков методами пространственной автокорреляции, и основное объяснение данного процесса – социально-экономические факторы. Регрессионный анализ позволил выявить значимую зависимость между миграционными потоками и такими факторами, как уровень доходов, развитием транспортной инфраструктуры, доступностью, образованием и другими факторами, исчисляемыми в абсолютных единицах. Применение индекса Морана к анализу миграционных потоков является научно новым методом, позволяющим более глубоко исследовать пространственные аспекты миграций и выявить их характеристики и взаимосвязи на новом уровне. Полученная база методов может быть полезна для расчетов и дальнейших принятий обоснованных решений, направленных на сокращение пространственных неравенств, стимулирование устойчивого пространственного развития.

Ключевые слова

Межрегиональные взаимодействия, миграция, пространственная неоднородность, пространственная автокорреляция, индекс пространственной автокорреляции, транспортное развитие, перераспределение население

Благодарности. Статья подготовлена в соответствии с планом научно-исследовательской работы для лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения Российской академии наук на 2023–2024 гг.

Для цитирования: Бычкова А.А. Возможности использования эконометрических методов в исследовании межрегиональных взаимодействий миграции на транспорте // Вестник университета. 2024. № 2. С. 86–94.

Possibilities of using econometrical methods in studying of interregional interactions of migration in transportation

Anna A. Bychkova

Junior Researcher

ORCID: 0000-0001-8676-5298, e-mail: bychkova.aa@uiec.ru

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

Abstract

The article presents a set of methodological approaches to forecasting the spatial heterogeneity of transportation migration flows in Russia. The purpose of the study is to develop a methodological basis for forecasting the migration flows spatial heterogeneity. The scientific novelty of the article lies in the presentation and systematization of methodological approaches specific to studying socio-economic factors affecting migration flows considering spatial heterogeneity in the context of the Russia. The study has potential practical value for developing effective migration policies and strategies of spatial development in the country. The study uses general scientific methods of cognition and system-structural analysis and theoretical research method. In the course of the work, a literature review was conducted and forecasting methods applicable in studying migration flows in the ratio of transport accessibility, which are based on the real data analysis, have been analyzed. The results of the study showed that it is possible to study migration flows by spatial autocorrelation methods, and the main explanation of this process is socio-economic factors. Regression analysis revealed a significant correlation between migration flows and such factors as income level, development of transportation infrastructure, accessibility, education and other factors calculated in absolute units. The Moran index application to the migration flows analysis is a scientifically new method that allows us to study the migration spatial aspects in more depth and to identify their characteristics and interrelationships at a new level. The methods base obtained can be useful for calculations and further informed decision-making aimed at reducing spatial inequalities and stimulating sustainable spatial development.

Keywords

Interregional interactions, migration, spatial heterogeneity, spatial autocorrelation, spatial autocorrelation index, transportation development, population redistribution

Acknowledgements. The article was prepared in accordance with the plan of the research work for the Laboratory of Modeling Spatial Development of Territories of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Science for 2023–2024.

For citation: Bychkova A.A. (2024) Possibilities of using econometrical methods in studying of interregional interactions of migration in transportation. *Vestnik universiteta*, no. 2, pp. 86–94.



ВВЕДЕНИЕ

Исследование проблем, связанных с миграцией и пространственным развитием в Российской Федерации (далее – РФ, Россия), особо значимо в современных политических и экономических условиях. В настоящее время неравномерное пространственное развитие и миграционные потоки представляют определенные вызовы для социально-экономического развития различных регионов страны. В связи с этим разработка методического подхода к прогнозированию пространственной неоднородности миграционных потоков является актуальной и важной задачей.

В задачи исследования входят:

- 1) обзор литературы и исследований по теме прогнозирования и оценки пространственной неоднородности транспортных миграционных потоков в России;
- 2) разработка базы методологического расчета прогнозирования пространственной неоднородности миграционных потоков в России.

В настоящем исследовании введена формулировка «миграция на транспорте», которая подразумевает соотношение количества мигрантов на существующую транспортную доступность (протяженность дорог, путей и т.д.). Транспортное развитие играет значительную роль в формировании и регулировании миграционных потоков. Эффективная и развитая транспортная инфраструктура может оказывать существенное влияние на объем, направление и характер миграционных потоков.

Можно отметить несколько аспектов влияния транспортного развития на миграцию.

1. Увеличение доступности и снижение стоимости перевозок: развитие транспортной инфраструктуры, включая автодороги, железные дороги, аэропорты и общественный транспорт, может значительно сократить время и стоимость перемещения между регионами. Это сделает миграцию более привлекательной для людей, а также поспособствует увеличению миграционных потоков.

2. Создание новых возможностей занятости (рабочих мест): транспортное развитие может способствовать созданию новых рабочих мест в различных регионах. Расширение транспортных сетей привлекает инвестиции и, следовательно, влечет за собой развитие промышленности, торговли и сферы оказания услуг. Это создает новые возможности трудоустройства и привлекает мигрантов в поиске работы и лучших экономических перспектив.

3. Улучшение доступа к образованию и здравоохранению: развитая транспортная инфраструктура позволяет обеспечить легкий доступ к образовательным и медицинским учреждениям. Это может привлечь мигрантов, желающих получить образование, а также сделать доступной высокотехнологическую медицинскую помощь.

4. Содействие городской агломерации: развитие транспортной инфраструктуры в городских областях способствует формированию городских агломераций, где население сконцентрировано вокруг центральных узлов и экономических центров с интенсивно развивающимися промышленными, транспортными и культурными связями. Это может привлечь мигрантов, ищущих лучшие возможности трудоустройства, образования и услуг, что может привести к увеличению миграционных потоков в эти регионы.

5. Развитие границ и международных связей: транспортное развитие, включая международные авиалинии, морские порты и пограничные переходы, имеет большое значение для международной миграции. Улучшенная связь и доступность международных транспортных маршрутов способствуют переселению и перемещению населения через границы.

В целом транспортное развитие имеет прямое и косвенное влияние на миграционные потоки. Оно определяет возможности перемещения, доступность рабочих мест и услуг, а также формирует географическую структуру населения. Понимание взаимосвязи между транспортным развитием и миграцией является важным для планирования инфраструктурных проектов и разработки политики, способствующей устойчивому развитию и эффективному управлению миграцией.

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ

В научной литературе можно встретить множество определений миграции. В основном она трактуется как «мобильность», «перераспределение населения», «переселение», «социальную подвижность», то есть все определения так или иначе означают движение.

Э. Равенстейн определял миграцию как перераспределение населения по территории; увеличение объема миграции нарастает вместе с развитием индустрии, торговли и, в частности, расширением транспортных возможностей [1]. Н.Н. Филиппов и В.А. Суков также придерживались теории, что миграция – это прежде всего перераспределение населения под влиянием различных социально-экономических факторов [2].

Миграцию как фактор социального перераспределения рассматривал А.У. Хомра, утверждая, что на движение влияет отраслевое и территориальное развитие [3]. Т.А. Васлюк писал: «...миграционные потоки порождают противопотоки, которые связаны с техническим развитием общества...» [4, с. 23]. В данном контексте «техническое развитие общества» означает использование новых технологий, которые влияют на миграцию, такие как средства связи, транспорт, работа и образование. Эти технологии могут создавать новые возможности и влиять на направления миграционных потоков и противопотоков.

Понятие миграции зависит не только от технического развития, но и от конкуренции между территориями. Экономическая конкуренция, доступность рабочих мест, возможности образования и качество жизни в разных регионах также играют важную роль в формировании миграционных решений. Техническое развитие может воздействовать на конкуренцию и привлекательность регионов, влияя таким образом на миграцию.

Основные принципы теории межрегионального взаимодействия были сформулированы М. Портером, который выделил важность национального рынка для развития и конкурентоспособности региона. Он указал, что успешная конкурентная стратегия региона начинается с укрепления внутреннего рынка. Это позволяет региону активно участвовать в мировой экономике и занимать лидирующие позиции. Вопросы и проблемы межрегионального взаимодействия также рассматривались в работах П.А. Минакира, В.П. Чичканова, Л.А. Беляевской-Плотник, П.А. Андреевой, Ю.Г. Лавриковой, В.В. Акбердиной, И.В. Наумова, С.С. Красных, Ю.В. Дубровской, С.В. Серебряковой, В.Г. Беломестнова и др. [5–12].

Изучив вышеперечисленные труды, можно определить общий вектор в трактовании термина «межрегиональное взаимодействие» как процесса создания общей региональной системы, которая формируется на основе объединения социально-экономических подсистем регионов. Эти подсистемы взаимодействуют между собой в социально-экономической, политической и других сферах, чтобы решать общие задачи и разрабатывать стратегии и программы совместного развития.

М. Рейтерер подчеркивал важность и необходимость изучения следующих факторов, способствующих межрегиональным взаимодействиям:

- 1) укрепление экономических связей, основанных на интеграционных процессах;
- 2) укрепление политических связей, основанных на сотрудничестве и кооперации;
- 3) усиление социальной интеграции, основанной на сотрудничестве между бизнес-структурами, мобильности на рынке труда и других факторах;
- 4) общее понимание региональной идентичности, основанной на общности культурных аспектов в условиях глобализации;
- 5) общее понимание проблем безопасности региона и механизмов предотвращения или разрешения конфликтов [13].

М. Рейтерер указывает на то, что эти факторы являются стимулами для развития межрегиональных взаимодействий. Они способствуют более тесному экономическому, политическому и социальному сотрудничеству регионов. Такое взаимодействие создает благоприятные условия для роста и развития региональных систем, а также для решения общих проблем и конфликтов.

Многие авторы трактуют межрегиональные взаимодействия как «интеграцию», «мобильность», «глобализацию», но у них есть одно общее свойство – движение. Укрепление межрегиональных взаимосвязей невозможно без каких-либо функциональных действий населения, которое проживает на одном месте или, наоборот, мигрирует по стране. Развитие региона происходит тогда, когда есть спрос, заинтересованность населения, следовательно, без спроса нет необходимости в регулировании взаимосвязей (предложения) между регионами.

Прогнозирование и анализ миграционных потоков имеет важное значение для разработки соответствующих политик и стратегий в области регионального развития и планирования. Понимание пространственной неоднородности этих потоков и их связи с социально-экономическими факторами позволяет выявить причины и механизмы миграции населения, что в свою очередь помогает предсказать будущие тенденции и разработать эффективные меры по сокращению неравномерности развития регионов.

Изученные методические подходы (индекс Морана, регрессионный анализ) с использованием пространственного автокорреляционного анализа и регрессионного анализа будут полезным инструментом для прогнозирования и оценки пространственной неоднородности транспортных миграционных потоков в России. На современном этапе развития науки существует множество методов выявления пространственной автокорреляции, таких как глобальные и локальные индексы Морана, метод Гетиса-Орда, коэффициент Джини и др., однако реальность их применения для изучения влияния факторов на миграцию подтвердить возможно не у всех вышеперечисленных.

Результаты исследования, а точнее определение методов для оптимального исследования социально-экономических факторов на миграцию в пространственном аспекте, могут иметь важное практическое применение при разработке региональных политик и стратегий, направленных на устранение диспропорций, а также будут содействовать устойчивому пространственному развитию в стране.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные методы анализа пространственных данных включают:

- 1) использование алгоритмов обучения, таких как нейронные сети и различные генетические алгоритмы;
- 2) применение интерполяционных моделей, таких как мульти-квадратичные уравнения и метод обратных расстояний в степени;
- 3) использование геостатистических моделей, которые основаны на анализе статистических данных.

Основные индексы пространственного моделирования: Морана, Гири, Тейла, Джини, Аткинсона, Гетиса-Орда.

Применение пространственного автокорреляционного анализа по методикам П. Морана и регрессионного анализа позволяет более глубоко понять динамику и взаимосвязи между потоками миграции населения и социально-экономическими факторами. Это позволяет выявить факторы, оказывающие влияние на миграционные потоки, и оценить их пространственную неоднородность [14]. С помощью формируемой диаграммы рассеивания значений индексов пространственной автокорреляции по методике П. Морана можно классифицировать исследуемые территориальные системы на четыре группы: полюса роста, территории с высокими значениями исследуемого показателя и их зона влияния, а также территории с низкими значениями показателя. Это позволяет визуализировать разброс значений показателей.

Коэффициент пространственной автокорреляции отображает степень взаимосвязи между вектором z значений исследуемого показателя и вектором Wz , где используются пространственно взвешенные центрированные значения исследуемого показателя в соседних областях с учетом пространственного лага [15; 16]. Методика пространственной автокорреляции П. Морана оптимальна для исследования нелинейных социально-экономических процессов, однако она также имеет свои ограничения в использовании. Метод позволяет выявить присутствие пространственных кластеров, то есть регионов со схожими характеристиками миграции, и оценить их степень соседства.

Индекс Гири может быть применен для исследования миграции, однако он используется в контексте пространственного анализа переменных, связанных с социально-экономическими факторами, его можно адаптировать для анализа миграционных потоков. Значения индекса Гири от 0 до 1: значения ближе к 0 указывают на положительную пространственную автокорреляцию миграционных потоков [17]. Это означает, что регионы с более высокими миграционными потоками имеют тенденцию соседствовать с другими регионами с аналогичной динамикой. Значения ближе к 1 указывают на отрицательную пространственную автокорреляцию, что означает, что регионы с высокими миграционными потоками соседствуют с регионами с низкими миграционными потоками. Значение 0.5 указывает на случайную или отсутствующую пространственную автокорреляцию миграционных потоков [18]. Это может быть интерпретировано как отсутствие явной связи между миграционными потоками в соседних регионах.

Использование индекса Гири для анализа миграции позволяет оценить пространственные тенденции и зависимости в миграционных потоках между регионами. Однако важно отметить, что этот индекс не учитывает причины или факторы, влияющие на миграцию, и служит прежде всего для анализа пространственной структуры миграционных потоков. Для более полного понимания миграционных процессов может потребоваться дополнительное использование других методов, таких как регрессионный анализ или дополнительные индексы пространственной автокорреляции. Данный индекс позволяет измерить уровень пространственной автокорреляции миграционных потоков в регионах.

Индекс Тейла является показателем, который может быть применен для исследования миграции. Он часто используется в области пространственной экономики для анализа пространственного неравенства в распределении различных переменных, включая миграцию. Индекс Тейла основан на понятии информационной энтропии и позволяет вычислить социальное неравенство. Он позволяет измерить степень неравенства распределения переменной в пространственной перспективе. В контексте миграции индекс Тейла может быть применен для изучения неравномерности или неравенства в распределении миграционных потоков между различными регионами или странами.

Обычно значения индекса Тейла находятся в диапазоне от 0 до 1, где 0 указывает на полное равенство (равномерное распределение миграционных потоков), а 1 – на максимальное неравенство (неравномерное распределение миграционных потоков) [19]. Важно отметить, что индекс фокусируется на неравенстве в распределении миграционных потоков и не учитывает причины или факторы, влияющие на миграцию.

Индекс Джини – статистический показатель, применяемый для измерения уровня неравенства распределения определенной переменной в контексте миграции, а также внутри регионов или страны. Он широко используется для измерения неравенства доходов и богатства в экономике, но также может применяться для измерения неравенства в других областях, включая образование, здоровье, доступ к ресурсам. Индекс Джини колеблется в диапазоне от 0 до 1, где 0 означает полное равенство, когда все значения переменной равны, а 1 – полное неравенство, когда один участник получает все значения переменной. Значение индекса Джини, близкое к 1, указывает на большее неравенство в распределении миграционных потоков [19; 20]. Вычисление индекса Джини осуществляется путем построения кривой Лоренца, которая отображает долю накопленного населения и долю переменной. Затем индекс Джини определяется как отношение площади между кривой Лоренца и линией равенства (линией с углом 45 градусов) к общей площади под линией равенства. Индекс предоставляет числовую меру неравенства в распределении миграционных потоков и позволяет сравнивать уровень неравенства между различными регионами, странами или в разные периоды времени. Он представляется в виде числового значения, что облегчает сравнение и анализ динамики неравенства в миграционных процессах.

Индекс пространственной автокорреляции Гетиса-Орда предназначен для анализа пространственных взаимосвязей между переменными. Он может помочь в выявлении пространственных кластеров и понимании структуры миграционных потоков в регионах. При использовании этого индекса важно иметь матрицу пространственных весов, которая определяет степень взаимосвязи между регионами. Значение коэффициента пространственной автокорреляции Гетиса-Орда может находиться в диапазоне от – 1 до 1 [21]. Положительное значение указывает на пространственную зависимость, то есть близкие географические области имеют схожие значения миграционных потоков. Отрицательное значение указывает на противоположную зависимость, где близкие географические области имеют различные значения миграционных потоков. Индекс пространственной автокорреляции Гетиса-Орда помогает выявить пространственные тренды и взаимосвязи между миграционными потоками, что может быть полезно для анализа и понимания причин и факторов, влияющих на миграцию в различных географических областях [22].

Индекс Аткинсона является показателем, который может быть применен для измерения уровня неравенства в распределении переменных в контексте миграции. Этот индекс позволяет оценить степень неравномерности распределения миграционных потоков и измерить концентрацию потоков в определенных географических областях. Интерпретация результатов индекса зависит от конкретного полученного значения. Обычно значения находятся в диапазоне от 0 до 1, где 0 указывает на полное равенство (равномерное распределение миграционных потоков), а 1 – на максимальное неравенство (когда все миграционные потоки сосредоточены в одной географической области) [23].

Регрессионный анализ позволяет исследовать зависимость между миграционными потоками и социально-экономическими факторами, такими как уровень доходов, доступность транспорта, наличие рабочих мест и др. [24]. Такой метод может помочь определить факторы, влияющие на миграцию на транспорте в регионах.

Регрессионный анализ обычно представляет собой моделирование математической функции, которая наилучшим образом объясняет вариацию в зависимой переменной на основе значений независимых переменных. Его цель состоит в том, чтобы найти оптимальные коэффициенты регрессии, которые наиболее точно предсказывают зависимую переменную.

Результаты регрессионного анализа могут быть интерпретированы для выявления статистически значимых связей и эффектов. Например, можно определить, какая из независимых переменных вносит

наибольший вклад в изменение зависимой переменной, а также направление и силу этого влияния. Метод может помочь определить, какие факторы значимо влияют на миграцию и какие тренды или закономерности могут быть выявлены. Регрессионный анализ предполагает корреляционные отношения и не всегда указывает на причинно-следственные связи [25]. Также требуются аккуратность в интерпретации результатов и контроль за возможными причинно-следственными обратными связями или наличием других скрытых факторов, которые могут влиять на исследуемые связи.

В контексте исследования миграции регрессионный анализ и индекс Морана могут быть применены для оценки влияния социально-экономических факторов на миграционные потоки. Например, исследование может включать зависимую переменную (количество мигрантов) и независимые переменные (уровень дохода, уровень образования, доступ к рабочим местам или социальным услугам).

Существует множество эконометрических и статистических методов для анализа межрегиональных взаимодействий. Перечисленные выше методы позволяют оценить именно влияние социально-экономических факторов миграции – другие имеют погрешность результатов и не приближены к реальной ситуации. С целью грамотного и оптимального использования индексов в исследовании взаимосвязи миграции и транспорта в регионах важно тщательно оценить их применимость к контексту и изучить литературу, связанную с их использованием в подобных исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование индексов пространственной автокорреляции Морана, Гири, Тейла, Джини, Аткинсона и Гетиса-Орда предоставляет разнообразные инструменты для анализа пространственных тенденций, неравенства и зависимостей в различных областях исследования. Индексы измеряют уровень социального неравенства, но не дают непосредственной информации о влиянии этих неравенств на миграцию.

В результате анализа были выявлены оптимальные методы исследования: регрессионного анализа и индекса пространственной автокорреляции Морана. Эти индексы помогают выявить пространственные структуры, оценить уровень неравенства, определить наличие положительной или отрицательной пространственной автокорреляции и исследовать зависимости между переменными. Их использование дает возможность получить более глубокое понимание и интерпретацию данных, включая анализ миграционных процессов. Однако необходимо учитывать контекст и рамки исследования, а также комбинировать различные методы и индексы для более полного анализа и достоверности полученных выводов.

Результаты настоящего исследования могут иметь теоретическую основу для расчетов, разработки эффективных стратегий и политик в области миграции и пространственного развития в России. Анализ пространственной неоднородности миграционных потоков и выявление связи с социально-экономическими факторами помогут определить приоритетные регионы для инвестиций и развития, а также поспособствуют сокращению пространственных неравенств и устойчивому пространственному развитию.

Список литературы

1. Калимуллина Э.Р. Законы Е.Г. Равенштайна в сфере объективных условий и субъективных факторов миграции: современная интерпретация. Казанский педагогический журнал. 2015;5(1):214–216.
2. Филиппов В.Н., Суков В.А. Проблемы формирования трудовых ресурсов села. Труды Свердловского института народного хозяйства. 1972;4:55–62.
3. Хамра А.У. Миграция населения: вопросы теории, методики исследования. Киев: Наук. думка; 1979. 146 с.
4. Власюк Т.А. Терминологический анализ понятия «миграция» как фактора влияния на транспортное Обеспечение городов-спутников. Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2019;1(38):83–85.
5. Minakir P.A. Strategies for Russia and in Russia. Spatial Economics. 2021;17(1):7–17. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.1.007-017>
6. Чичканов В.П., Беляевская-Плотник Л.А., Андреева П.А. Моделирование оценки влияния отраслевых факторов на уровень социально-экономического развития и экономической безопасности территории. Экономика региона. 2020;16(1):1–14. <https://doi.org/10.17059/2020-1-1>
7. Лаврикова Ю.Г., Акбердина В.В. Приоритеты и механизмы межрегиональных взаимодействий: опыт уральских регионов в проекте «Арктический вектор Уральского созвездия». Регион: Экономика и Социология. 2018;4(100):168–191. <https://doi.org/10.15372/REG20180407>

8. Наумов И.В. Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах формирования инвестиционного потенциала территорий методами пространственного моделирования. Экономика региона. 2019;15(3):720–735. <https://doi.org/10.17059/2019-3-8>
9. Наумов И.В., Красных С.С. Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах развития минерально-сырьевого комплекса Российской Федерации. Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2019;8:108–124.
10. Дубровская Ю.В. Систематизация подходов к обоснованию роли межрегионального взаимодействия в развитии социально-экономических систем. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2018;4:197–206. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2018.4.16>
11. Серебрякова С.В. Макрорегион: социологический анализ моделей взаимодействия субъектов РФ (на примере Приволжского федерального округа). Вестник Башкирского университета. 2009;1:256–260.
12. Бакуменко О.А. Межрегиональное взаимодействие как фактор развития региональных социально-экономических систем (на примере Северо-Западного федерального округа). Вестник Псковского государственного университета. Серия: Экономика. Право. Управление. 2016;4:32–47.
13. Reiterer M. Interregionalism as a new diplomatic tool: the EU and East Asia. EFAR. 2006;11:223–242.
14. Musakwa W., Niekerk A.V. Monitoring Urban Sprawl and Sustainable Urban Development Using the Moran Index: A Case Study of Stellenbosch, South Africa. International Journal of Applied Geospatial Research. 2014;5(3):20. <https://doi.org/10.4018/ijagr.2014070101>
15. Павлов Ю.В., Королева Е.Н. Пространственные взаимодействия: оценка на основе глобального и локального индексов Морана. Пространственная экономика. 2014;3:95–110.
16. Манаева И.В., Канищева А.В. Оценка пространственной автокорреляции в городах Сибирского федерального округа. В кн.: Пространственное развитие территорий: сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Белгород, 26–27 ноября 2020 г. Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет; 2020. С. 25–32.
17. Вакуленко Е.С. Введение в пространственную эконометрику. М.: НИУ ВШЭ, 2013.
18. Lin J. Comparison of Moran's I and Geary's C in Multivariate Spatial Pattern Analysis. Geographical Analysis. 2022. <https://doi.org/10.1111/gean.12355>
19. Marchetti S., Tzavidis N. Robust Estimation of the Theil Index and the Gini Coefficient for Small Areas. Journal of Official Statistics. 2021;37(4). <https://doi.org/10.2478/jos-2021-0041>
20. Наумов И.В., Никулина Н.А., Сиротин А.В. и др. Теория и методология моделирования пространственного развития территорий, монография. Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН; 2020. 270 с.
21. Westerholt R. A revised understanding of the influence of the variance of spatial weights on the Getis-Ord statistic. In: 31st Annual GIS Research UK Conference (GISRUK), Glasgow, 2023. 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7825279>
22. Wang Z., Lam N.S. Extending Getis-Ord statistics to account for local space-time autocorrelation in spatial panel data. The Professional Geographer. 2020;72(3):411–420. <https://doi.org/10.1080/00330124.2019.1709215>
23. White T.J. Sharing Resources: The Global Distribution of the Ecological Footprint. Ecological Economics. 2007;64:402–410.
24. Мамуров Б.Ж., Абдуллаев Ж.Ж. Регрессионный анализ как средство изучения зависимости между переменными. European Science. 2021;2(58):7–10.
25. Кривов Ю.В. Применение регрессионного анализа для построения миграционных моделей. Вестник экономической безопасности. 2009;3:100–104.

REFERENCES

1. Kalimullina E.R. E.G. Ravenstein's laws in the field of objective conditions and subjective factors of migration: modern interpretation. Kazan Pedagogical Journal. 2015;5(1):214–216. (In Russian).
2. Filippov V.N., Sukov V.A. Problems of forming village labor resources. Proceedings of the Sverdlovsk Institute of National Economy. 1972;4:55–62. (In Russian).
3. Khomra A.U. Migration of the population: questions of theory, methods of research. Kiev: Nauk. dumka; 1979. 146 p. (In Russian).
4. Vlasuk T.A. Terminological analysis of the notion "migration" as a factor of influence on the transport support of satellite cities. Bulletin of BSUT: science and transport. 2019;1(38):83–85. (In Russian).
5. Minakir P.A. Strategies for Russia and in Russia. Spatial Economics. 2021;17(1):7–17. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.1.007-017>
6. Chichkanov V.P., Belyaevskaya-Plotnik L.A., Andreeva P.A. Modelling the Assessment of the Impact of Industry Factors on the Level of the Territories' Socio-Economic Development and Economic Security. Economy of the Region. 2020;16(1):1–14. <https://doi.org/10.17059/2020-1-1> (In Russian).

7. *Lavrikova Y.G., Akberdina V.V.* Priorities and mechanisms of interregional interactions: the experience of Ural regions within the «Ural constellation – Arctic vector» project. *Region: Economics & Sociology*. 2018;4(100):168–191. <https://doi.org/10.15372/REG20180407> (In Russian).
8. *Naumov I.V.* Investigation of the Interregional Relationships in the Processes of Shaping the Territories' Investment Potential Using the Methods of Spatial Modelling. *Economy of the Region*. 2019;15(3):720–735. <https://doi.org/10.17059/2019-3-8> (In Russian).
9. *Naumov I.V., Krasnykh S.S.* The research of interregional relationships in the development of the mineral resource complex of the Russian Federation. *Izvestiya vysokikh uchebnykh obrazovaniye. Gornyj zhurnal*. 2019;8:108–124. (In Russian).
10. *Dubrovskaya Yu.V.* Systematization of approaches to justifying the role of interregional interaction in development of socio-economic systems. *PNRPU Sociology and Economics Bulletin. Socio-economic sciences*. 2018;4:197–206. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2018.4.16> (In Russian).
11. *Serebryakova S.V.* Macroregion: Sociological analysis of the models of interaction between the subjects of the Russian Federation (on the example of the Volga Federal District). *Vestnik Bashkirskogo Universita*. 2009;1:256–260. (In Russian).
12. *Bakumenko O.A.* Interregional cooperation as a factor of regional socio-economic development (on the example of the North West Federal District). *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Pravo. Upravlenie*. 2016;4:32–47. (In Russian).
13. *Reiterer M.* Interregionalism as a new diplomatic tool: the EU and East Asia. *EFAR*. 2006;11:223–242.
14. *Musakwa W., Niekerk A.V.* Monitoring Urban Sprawl and Sustainable Urban Development Using the Moran Index: A Case Study of Stellenbosch, South Africa. *International Journal of Applied Geospatial Research*. 2014;5(3):20. <https://doi.org/10.4018/ijagr.2014070101>
15. *Pavlov Yu.V., Koroleva E.N.* Spatial Interactions: Evaluation with the Help of Global and Local Moran's Index. *Prostranstvennaya Ekonomika*. 2014;3:95–110. (In Russian).
16. *Manaeva I.V., Kanischeva A.V.* Estimation of spatial autocorrelation in the cities of the Siberian Federal District. In: *Spatial development of territories: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Belgorod, November 26–27, 2020*. Belgorod: Belgorod State National Research University; 2020. Pp. 25–32. (In Russian).
17. *Vakulenko E.S.* Introduction to spatial econometrics. Moscow: Higher School of Economics Publ. House; 2013. (In Russian).
18. *Lin J.* Comparison of Moran's I and Geary's C in Multivariate Spatial Pattern Analysis. *Geographical Analysis*. 2022. <https://doi.org/10.1111/gean.12355>
19. *Marchetti S., Tzavidis N.* Robust Estimation of the Theil Index and the Gini Coefficient for Small Areas. *Journal of Official Statistics*. 2021;37(4). <https://doi.org/10.2478/jos-2021-0041>
20. *Naumov I.V., Nikulina N.L., Sirotin D.V. et al.* Theory and methodology of modeling of spatial development of territories, monograph. Ekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 2020. 270 p. (In Russian).
21. *Westerholt R.* A revised understanding of the influence of the variance of spatial weights on the Getis-Ord statistic. In: *31st Annual GIS Research UK Conference (GISRUK), Glasgow, 2023*. 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7825279>
22. *Wang Z., Lam N.S.* Extending Getis-Ord statistics to account for local space-time autocorrelation in spatial panel data. *The Professional Geographer*. 2020;72(3):411–420. <https://doi.org/10.1080/00330124.2019.1709215>
23. *White T.J.* Sharing Resources: The Global Distribution of the Ecological Footprint. *Ecological Economics*. 2007;64:402–410.
24. *Mamurov B.J., Abdullaev Zh.Zh.* Regression analysis as a means of studying the dependence between variables. *European Science*. 2021;2(58):7–10. (In Russian).
25. *Krivos Y.V.* Application of regression analysis for building migration models. *Vestnik ekonomicheskogo bezopasnosti*. 2009;3:100–104. (In Russian).