

Влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов: эконометрическое моделирование



**Светлана Сергеевна
ПАТРАКОВА**

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: sspatrakova@bk.ru
ORCID: 0000-0002-4834-3083; ResearcherID: B-5054-2019

Аннотация. Для Российской Федерации как самой большой по занимаемой площади страны исключительное значение имеет задача усиления транспортной связности территорий: центров экономического роста, городских и сельских территорий, населенных пунктов внутри городских агломераций и т. д. Особенно остро она стоит в условиях нарастания внешнего санкционного давления, вызвавшего необходимость кратного усиления меж- и внутрирегиональных связей экономического, миграционного, социокультурного, научно-технологического характера. Цель исследования заключается в оценке влияния автотранспортной связности на экономический рост регионов России. Для ее достижения использованы общенаучные методы (анализ, синтез, обобщение) и методы пространственной эконометрики. В частности, с опорой на результаты расчета глобального и локальных индексов пространственной автокорреляции Морана обосновано наличие кластеризации регионов в пространстве страны по уровню душевого ВРП и ключевым показателям автотранспортной связности. В результате построения моделей множественной регрессии со случайными эффектами с пространственными лагами (модели SAR, SEM, SDM, GSPRE) и без них показано, что наибольшее положительное и статистически значимое влияние на ВРП своего субъекта оказывает фактор нахождения региона в пределах зоны Севера России, а на ВРП других регионов – плотность автодорог. Научная значимость исследования состоит в доказательстве того, что на экономический рост каждого региона России в период 2014–2022 гг. оказывал влияние уровень внутрирегиональной транспортной связности

Для цитирования: Патракова С.С. (2025). Влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов: эконометрическое моделирование // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 18. № 1. С. 89–105. DOI: 10.15838/esc.2025.1.97.5

For citation: Patrakova S.S. (2025). The impact of road transport connectivity on economic growth of regions: Econometric modeling. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 18(1), 89–105. DOI: 10.15838/esc.2025.1.97.5

как самого субъекта, так и остальных регионов. Результаты работы вносят вклад в развитие представлений о влиянии пространственных факторов на экономический рост регионов России и могут быть использованы научными сотрудниками при проведении исследований схожей тематики, органами государственной власти при разработке стратегических документов и конкретных проектов развития территорий.

Ключевые слова: автотранспортная связность, экономическое пространство, регион, экономический рост, валовой региональный продукт, моделирование, пространственная автокорреляция.

Благодарность

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН ВолНЦ РАН по теме № FMGZ-2025-0013 «Факторы и инструменты обеспечения сбалансированного пространственного развития регионов России в условиях обострения больших вызовов». При подготовке статьи использован инструментарий пространственного моделирования, освоенный в рамках обучения в Летней школе «Пространственное моделирование социально-экономических процессов», организованной при поддержке Фонда Потанина (проект № ПЮФП25-0027/24).

Введение

Для обеспечения устойчивого и сбалансированного пространственного развития России как самой большой страны мира по занимаемой площади стратегически важной является задача усиления транспортной связности¹ территорий (макрорегионов, регионов, опорных населенных пунктов, городских и сельских территорий, населенных пунктов внутри городских агломераций и т. д.), центров экономического роста, центров научно-технологического развития, предприятий и организаций, являющихся звеньями одних цепочек создания добавленной стоимости, участниками одних кластеров и т. д. Однако спектр позитивных эффектов, которые могут быть достигнуты при повышении транспортной связности территорий (улучшении качественных и количественных характеристик дорожной и придорожной инфраструктуры, средств передвижения т. д.), при более детальном рассмотрении оказывается более широким и касается не только вопросов эффективной организации пространства и обеспечения пространственного развития территорий.

¹ Транспортная связность в работе рассматривается с позиции наличия транспортных коммуникаций (транспортной инфраструктуры) с учетом их развитости, достаточности и качества, которые отвечают всем требованиям с точки зрения современных вызовов, обеспечивают развитие с учетом стратегических задач и формирование целостной территориальной социально-экономической системы (Кожевников, Патракова, 2024).

Так, в экономической сфере укрепление транспортной связности способствует притоку частных инвестиций, облегчает выход производителей на новые рынки, снижает транспортные издержки на единицу выпускаемой продукции за счет сокращения экономического и географического расстояния, приводит к развитию внутреннего туризма, облегчает диффузию инноваций, повышает эффективность общественного разделения труда и т. д.² (Исаев, 2015; Ускова, 2021; Yao, Liu, 2022; Zhu, Luo, 2022; Wang, Yang, 2023). Ю.А. Щербанин отмечает, что «важность развитой транспортной инфраструктуры для экономики страны – это своего рода лемма, то есть доказанное утверждение...» (Щербанин, 2011).

В социальной сфере усиление транспортной связности территорий увеличивает доступность для населения услуг здравоохранения, образования и иных услуг, гарантированных законодательством страны, повышает уровень и качество жизни населения, способствует культурной интеграции пространства страны (Худякова, 2015; Francisco, Helble, 2017; Rim, An, 2022).

² Презентация и стенограмма выступления Лавриненко П.А. «Транспортная связность как фактор экономического роста в регионах» // ИНИП РАН. URL: <https://ecfor.ru/publication/transportnaya-svyaznost-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta-v-regionah/>

С точки зрения общественной и национальной безопасности транспортная инфраструктура обеспечивает управляемость и связанность пространства страны, преодоление периферийности, экономической, социальной, культурной изолированности территорий (Гуменюк, Гуменюк, 2021; Taylor, D'Este, 2007), что особенно важно для России в условиях внешнего санкционного давления, обострившего задачу развития кооперационно-интеграционных связей внутри страны.

Многообразие позитивных эффектов, возникающих на макро-, мезо-, микроуровне при усилении транспортной связности территорий, обуславливает разработку и реализацию специальных государственных программ и проектов, например, в России национального проекта «Безопасные качественные дороги»³, Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры⁴, государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы»⁵. Более того, в одном из верхнеуровневых документов стратегического планирования – Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года⁶ – в числе ключевых задач в сфере пространственного развития обозначены преодоление инфраструктурных ограничений федерального значения и повышение доступности и качества магистральной транспортной инфраструктуры, сокращение уровня меж- и внутрирегиональной дифференциации за счет улучшения транспортной доступности сельских территорий и др.

Однако, несмотря на понимание представителями органов государственной власти и научного сообщества критической важности усиления транспортной связности, в частности

автотранспортной⁷, слабоизученными и дискуссионными остаются вопросы, касающиеся качественных и количественных оценок ее влияния на экономический рост регионов России. В соответствии с обозначенным целью работы является оценка влияния автотранспортной связности на экономический рост регионов России.

Гипотеза исследования заключается в том, что на экономический рост каждого региона России оказывает влияние уровень внутрирегиональной автотранспортной связности как его самого, так и остальных регионов.

Цель и гипотеза работы потребовали решения следующих задач: обосновать и апробировать методический подход к оценке влияния автотранспортной связности на экономический рост российских регионов; оценить влияние автотранспортной связности территорий на экономический рост регионов России.

Теоретико-методологические основы

В современной научной литературе можно выделить три основных методических подхода к оценке влияния показателей транспортной связности на экономический рост территорий разного иерархического уровня (стран, макро-регионов, регионов, муниципальных образований и т. д.). Первый подход связан с применением новых разработанных авторами или уже существующих и находящихся в открытом доступе индексов, показателей, индикаторов, матриц и т. п.; второй – предполагает использование инструментария традиционной эконометрики, в основном регрессионных моделей; третий – подразумевает применение методов и инструментов пространственной эконометрики.

⁷ В ранее проведенном исследовании показано, что именно автомобильный транспорт является самым «узким местом» в инфраструктурном развитии огромных территорий России (Кожевников, Патракова, 2024). Более того, в Международном рейтинге конкурентоспособности по качеству транспортной инфраструктуры 2020 г. Россия находилась на 50 месте из 144 исследуемых стран; самые низкие позиции – 123 место – приходились именно на качество автомобильных дорог (Интегрированная транспортная система / под науч. рук. П. Чистякова; Центр стратегических разработок. Москва, 2018. 278 с. URL: <https://www.csr.ru/uploads/2018/05/Report-Traffic-Infrastructure-2.0.pdf> (дата обращения 20.08.2023)).

Исследование связности, обеспечиваемой другими видами транспорта, в работе не проводилось ввиду отсутствия достаточного массива официальных статистических данных.

³ Паспорт национального проекта утвержден по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24.12.2018.

⁴ Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 года № 2101-р.

⁵ Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2017 года № 1596 (в редакции, введенной в действие с 1 января 2022 года постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 года № 2442).

⁶ Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р.

К работам, в которых используется первый подход к оценке влияния связности на различные показатели социально-экономического развития территорий, можно отнести, например, исследование Э.С. Куратовой (Куратова, 2014). В нем предложена авторская формула для определения средневзвешенных затрат времени, необходимого пользователю транспорта для достижения определенного пункта прибытия (например, больницы, школы и т. д.) из любых других пунктов отправления региона; ее апробация проведена на примере муниципальных районов Республики Коми. В работе (Кудрявцев, Руднева, 2014) предлагается методика, основу которой составляет матрица оценки влияния транспортной инфраструктуры на социально-экономическое развитие региона. В целом ключевым преимуществом первого подхода является относительная простота расчетов и интерпретации результатов; недостатками — отсутствие широкой апробации и валидации (в основном это характерно для новых индикаторов / показателей), учет влияния относительно небольшого числа показателей и отсутствие возможностей моделирования и прогнозирования влияния, что крайне важно для практики государственного управления.

Указанные недостатки нивелируются использованием инструментария эконометрического моделирования (второй подход к оценке влияния). Путем построения регрессионных моделей исследователи оценивают, моделируют и прогнозируют влияние разнообразных показателей транспортной связности на экономический рост и развитие какой-либо одной конкретной территории за промежуток времени (при использовании временных данных; см., например (Пьянкова, Заколюкина, 2024)), нескольких территорий — в рамках федеральных округов, отдельных кластеров и т. п. — в один момент времени (при использовании пространственных данных; см., например (Горидько, Рослякова, 2014; Инфраструктура пространственного..., 2020)), нескольких территорий в течение нескольких моментов времени (при использовании панельных данных; см., например (Колчинская, 2015; Транспортная и энергетическая ..., 2022)). Следует отметить, что при построении таких моделей не учитываются местоположение территорий в экономическом

пространстве относительно друг друга и пространственные зависимости между ними (влияние одних территорий на другие). Между тем современные прикладные и фундаментальные теоретические работы свидетельствуют о важности учета пространственного фактора. Так, базовые и непреходящие, несмотря на активное инфраструктурное развитие, законы географии авторства У. Тоблера гласят: «Все связано со всем, но близкие вещи связаны больше, чем отдаленные»; «явление, внешнее по отношению к интересующей (географической) области, влияет на то, что происходит внутри нее» (Tobler, 1970; Tobler, 2004).

Указанное ограничение ликвидируется при использовании инструментария пространственной эконометрики, в частности индексов пространственной автокорреляции и пространственных регрессионных моделей (третий подход к оценке). В отличие от представленных выше инструментов и методов экономических исследований они позволяют оценивать не только влияние связности в регионе на его экономический рост, но и влияние связности его «соседей». Это становится возможным путем учета пространственных лагов — взвешенных средних значений наблюдений «соседей» для каждой анализируемой пространственной единицы (в нашем исследовании — для каждого региона). При этом при выборе в качестве взвешивающей матрицы⁸ граничной «соседями» для *i*-го региона выступают регионы, имеющие с ним общую границу; при выборе матрицы обратных расстояний «соседями» являются все остальные регионы; при выборе языковой матрицы — регионы, население которых разговаривает на одном и том же языке, и т. д.

Среди отечественных работ, в которых использован данный подход, выделяется исследование Е.А. Коломак (Коломак, 2011), где для оценки влияния инфраструктурного капитала на производительность труда и валовой региональный продукт применяется эконометрическое моделирование с пространственными

⁸ Каждый элемент взвешивающей матрицы идентифицирует пространственную взаимосвязь между территориями *i* и *j*. Ее использование является необходимым условием построения пространственных регрессионных моделей, расчета индекса пространственной автокорреляции.

лагами, идея которого заключается в расширении производственной функции за счет включения инфраструктурного капитала и внешних эффектов соседних регионов. Вместе с тем автор рассчитывает индекс пространственной автокорреляции Морана. Согласно расчетам, в регионах России в 1999–2007 гг. транспортная инфраструктура, а именно железные и автомобильные дороги, не являлась фактором экономического роста в России в целом. Однако, если выделить западную и восточную части страны, ситуация меняется: в первой железные дороги оказываются более продуктивными и значимыми, чем во второй, несмотря на распространенное мнение о лимитирующей роли транспортной инфраструктуры именно в Сибири и на Дальнем Востоке. Более того, элементы инфраструктуры создают внешние эффекты, которые влияют на экономические результаты соседних территорий; более сильные они также в европейской части страны (Коломак, 2011).

В работе А.Г. Исаева оценено влияние транспортной инфраструктуры – автомобильных и железных дорог – на экономическую динамику субъектов РФ в 2000–2013 гг. Построенная для этой цели модель множественной регрессии, учитывающая в т. ч. временной лаг зависимой переменной – валового регионального продукта – позволила сделать крайне интересные выводы. Так, автором выявлено наличие положительной связи между развитием автотранспортных сетей и экономическим ростом регионов России в целом, отрицательной связи – между развитием транспортных сетей в регионе и экономическим ростом соседствующих с ним регионов (Исаев, 2015). Кроме того, оценки, полученные отдельно на материалах восточных территорий России, не выявили положительного вклада транспортной инфраструктуры в региональный рост (валовой региональный продукт), что в целом согласуется с полученными ранее Е.А. Коломак результатами.

За рубежом инструментарий пространственной эконометрики используется более активно и применяется для оценки транспортной связности территорий разного уровня иерархии (городов, регионов и т. д.). Так, в работе (Shi et al., 2024) исследуется влияние транспортной

инфраструктуры на экономическое развитие городов КНР с использованием пространственной автокорреляции Морана и построения пространственных регрессионных моделей SAR, SEM, SDM. Результаты авторских расчетов показали, что рост объемов перевозок автомобильным и водным транспортом, гражданской авиацией значительно повышает экономическую активность в городах, стимулируя внутреннюю торговлю, промышленное производство и т. д. Также стимулируют экономическую активность расширение площади и увеличение эксплуатационной протяженности городских дорог, протяженности скоростных автомагистралей. Напротив, влияние пассажиропотока автомобильным и водным транспортом на экономическую деятельность было относительно незначительным, хотя авторы отмечают, что эффективная система пассажирского транспорта играет неоспоримую роль в содействии мобильности рабочей силы, которая поддерживает устойчивое развитие городов (Shi et al., 2024). В исследовании (Karim et al., 2020) проведена оценка влияния транспортной инфраструктуры на экономический рост 34 провинций Индонезии путем построения пространственных регрессионных моделей SLX, SAR, SEM, SDM, SDEM, SAC и смешанной модели SAC. Сравнение моделей по информационным критериям Акаике и значимости коэффициентов «rho» и «lambda» позволило выбрать среди них наилучшую, которой оказалась смешанная модель SAC. Интерпретируя эту модель, авторы указывают, что развитие инфраструктуры автобусного сообщения провинций положительно и существенно влияет на экономический рост в окрестностях (имеет место косвенный эффект). И наоборот, улучшение инфраструктуры аэропортов и дорог в провинции не вызовет побочных эффектов в виде переноса производственных факторов в соседние провинции (Karim et al., 2020). Использование схожего инструментария на примере 41 города, находящегося в дельте реки Янцзы (КНР), позволило доказать, что транспортная инфраструктура городов не только способствует их собственному экономическому росту, но и оказывает положительное пространственное воздействие на экономический рост соседствующих городов из выборки (Wang et al., 2022).

В целом обзор научной литературы свидетельствует, что в работах отечественных авторов, посвященных оценке влияния транспортной связности на экономический рост российских территорий, пространственные зависимости учитываются крайне редко в сравнении с зарубежными работами по схожей тематике. Однако, как отмечено О.С. Балаш, именно эконометрические модели, учитывающие территориально распространенные социально-экономические процессы и обнаруживающие экономическое и социальное влияние соседних регионов, крайне важны для прогнозирования и управления при стратегическом планировании регионов и городов (Балаш, 2012).

Материалы и методы

Информационной базой исследования послужили открытые данные Росстата об объемах валового регионального продукта (в настоящем исследовании выступает как агрегированный показатель, характеризующий экономический рост) и уровне развития автотранспортной инфраструктуры в 2014–2022 гг. в 83 субъектах РФ. Ввиду отсутствия статистических данных не была учтена информация по Донецкой Народной Республике, Луганской Народной Республике, Запорожской области, Херсонской области. Описание переменных, используемых в исследовании, приведено в *таблице 1*.

Методический подход к оценке влияния транспортной связности на экономическое развитие регионов России реализуется в три этапа и базируется на использовании апробированных в российском и мировом научном сообществе методах пространственной эконометрики.

На первом этапе дается характеристика отобранному для анализа показателю с опорой на базовые описательные статистики (среднее, максимальное, минимальное значения, стандартное отклонение), а также проверяется наличие или отсутствие мультиколлинеарности между экзогенными переменными. При этом переменные, между которыми обнаружена сильная связь (коэффициент корреляции превышает 0,7), исключаются из дальнейшего анализа.

На втором этапе рассчитываются глобальный и локальные индексы пространственной

автокорреляции Морана, строится матрица рассеяния Морана по эндогенной переменной и экзогенным переменным интереса⁹, что в рамках настоящего исследования позволит выявить наличие/отсутствие в период 2014–2022 гг. и состав кластеров регионов, похожих по уровню ВРП, показателям плотности автодорог, количества легковых автомобилей и т. д. с учетом меры их пространственной близости. Такая близость регионов в рамках исследования формализована на основе весовой матрицы обратных расстояний по автомобильным дорогам между административными центрами регионов. Ее выбор среди прочих обусловлен предположением о постепенном «затухании» интенсивности взаимодействия территорий по мере увеличения расстояния между ними. Для сравнения: в матрице бинарного соседства предполагается, что у регионов, не имеющих общих границ, взаимодействие отсутствует (Исаев, 2015).

Фактически наличие кластеризации регионов подтверждает актуальность и необходимость учета пространственных лагов при проведении оценки влияния транспортной связности на экономическое развитие регионов России.

На третьем этапе строится модель множественной регрессии на панельных данных, использование которых снижает зависимость между экзогенными переменными, уменьшает стандартные ошибки оценок, в определенной степени решает проблему смещенности, вызванную ненаблюдаемой неоднородностью данных, и имеет ряд иных преимуществ перед временными и перекрестными данными. При этом при построении модели учтены определенные допущения / ограничения, обусловленные набором анализируемых переменных. Во-первых, поскольку в модели содержатся экзогенные переменные, не изменяющиеся во времени (в частности фиктивная переменная, принимающая значение «1» и «0» на протяжении всего анализируемого периода), строилась модель со случайными эффектами.

⁹ Подробное описание методологии расчета и визуализации пространственной автокорреляции по методике П. Морана представлено в работе (Окунев, 2024).

Таблица 1. Переменные, используемые в исследовании

| № | Название показателя, единицы измерения | Обозначение | Источник данных или метод расчета |
|--|--|-------------|---|
| Эндогенная переменная | | | |
| 1 | Валовой региональный продукт (ВРП), тысяч рублей на 1 человека | GRP | Рассчитано по данным Росстата путем деления ВРП, переведенного в сопоставимые цены 2022 г. по индексу физического объема ВРП, на среднегодовую численность населения |
| Экзогенные переменные интереса | | | |
| 2 | Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, километров путей на 1000 человек населения | Road | Рассчитано по данным Росстата путем деления протяженности автодорог общего пользования с твердым покрытием на среднегодовую численность населения |
| 3 | Удельный вес сельских населенных пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования, в общем числе сельских населенных пунктов, проценты | Rural_road | Росстат (ЕМИСС) |
| 4 | Количество легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан, единиц на 1000 человек населения | Car | Росстат |
| 5 | Количество грузовых автомобилей в организациях, единиц на 1000 человек населения | Truck | Рассчитано по данным Росстата путем деления количества грузовых автомобилей в организациях всех видов экономической деятельности на среднегодовую численность населения |
| 6 | Количество автобусов общего пользования, единиц на 100000 человек населения | Bus | Росстат |
| 7 | Нахождение субъекта РФ на территории Европейского или Азиатского Севера России | Dummy | Для субъектов, находящихся на территории Европейского или Азиатского Севера России, переменная принята равной «1», вне ее – «0». |
| Экзогенные контрольные переменные | | | |
| 8 | Ввод в действие жилых домов, квадратных метров общей площади жилых помещений на 1000 человек населения | House | Росстат |
| 9 | Объем инновационных товаров, работ, услуг, процент от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | Innov | Росстат |
| <p>Примечание: В состав Европейского Севера России вошли Архангельская область, включая Ненецкий автономный округ, Вологодская и Мурманская области, республики Коми и Карелия, в состав Азиатского Севера России – Тюменская область, включая Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Магаданская область, Камчатский край, вся или большая часть территории которых расположена выше 60 параллели северной широты. Показатель № 3 для г. Санкт-Петербурга принят равным 100% ввиду отсутствия в базе данных Росстата.</p> <p>При выборе показателей, включенных в модель, принималось во внимание наличие полных (без пропусков) рядов статистических данных Росстата в территориальном (по регионам) и временном (по годам) разрезе, что является основой построения сбалансированных панелей. Включение фиктивной переменной обусловлено объективной необходимостью учета специфики северных регионов РФ, отличающихся очаговостью расселения, размещения производительных сил, инфраструктуры, преобладанием в структуре экономики добывающих отраслей, сложностью природно-климатических условий.</p> <p>Источник: составлено автором.</p> | | | |

Во-вторых, показатель подушевого объема ВРП в модель включался в логарифмированном виде, поскольку является стоимостным. В результате строящаяся модель множественной регрессии имеет вид:

$$\ln GRP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \times Road_{it} + \beta_2 \times Rural_{road_{it}} + \beta_3 \times Car_{it} + \beta_4 \times Truck_{it} + \beta_5 \times Bus_{it} + \beta_6 \times Dummy_i + \beta_7 \times House_{it} + \beta_8 \times Innov_{it} + u_i + \varepsilon_{it}. (1)$$

где GRP_{it} – ВРП i -го региона в году t , тыс. руб. на 1 чел.;

$Road_{it}$ – плотность автодорог общего пользования с твердым покрытием i -го региона в году t , км путей на 1 тыс. чел. населения;

$Rural_road_{it}$ – удельный вес сельских населенных пунктов i -го региона в году t , имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования, в общем числе сельских населенных пунктов, %;

Car_{it} – количество легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан i -го региона в году t , ед. на 1 тыс. чел. населения;

$Truck_{it}$ – количество грузовых автомобилей в организациях i -го региона в году t , ед. на 1 тыс. чел. населения;

Bus_{it} – количество автобусов общего пользования в i -м регионе в году t , ед. на 100 тыс. чел. населения;

$Dummy_i$ – фиктивная переменная, характеризующая место нахождения i -го региона («на» или «вне» территорий Европейского и Азиатского Севера России);

$House_{it}$ – ввод в действие жилых домов в i -м регионе в году t , кв. м общей площади жилых помещений на 1 тыс. чел. населения;

$Innov_{it}$ – объем инновационных товаров, работ, услуг в i -м регионе в году t , % от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг;

u_i – индивидуальный эффект i -го региона (случайная величина);

ε_{it} – случайная ошибка;

β – коэффициенты регрессии.

В целях проверки гипотезы исследования были построены разные спецификации модели, чаще всего используемые при проведении схожих работ: без пространственных лагов и с ними, а именно пространственная автокорреляционная модель SAR, в которой учитывается лаг при зависимой переменной, модель пространственной ошибки SEM, в которой учитывается взаимовлияние ненаблюдаемых переменных, пространственная модель Дарбина SDM, включающая пространственные лаги как зависимой, так и независимых переменных, модель GSPRE, включающая все виды пространственного взаимодействия¹⁰.

Расчеты по указанному методическому подходу произведены с использованием программных продуктов Stata, Gretl, Microsoft Office.

Результаты исследования

Описательная статистика и оценка корреляции между выбранными для исследования показателями

Описательная статистика используемых переменных свидетельствует, что наиболее неравномерное распределение среди регионов РФ характерно для показателей подушевого ВРП (стандартное отклонение составляет 1560,6, а минимальное и максимальное значения в 6,3 и 1,3 раза меньше и больше среднего значения соответственно; табл. 2) и объемов ввода в действие жилых домов (стандартное отклонение составляет 261,06, минимальное и максимальное значения в 20 и 3,8 раза меньше и больше среднего значения). В свою очередь наиболее

Таблица 2. Описательная статистика переменных

| Переменная | Среднее значение | Минимум | Максимум | Стандартное отклонение |
|------------|------------------|----------|----------|------------------------|
| GRP | 977,59 | 156,06 | 1262 | 1560,6 |
| Road | 13,8 | 0,5 | 47,0 | 7,6784 |
| Rural_road | 73,584 | 2,4 | 100,00 | 21,008 |
| Car | 301,06 | 38,437 | 576,22 | 70,998 |
| Truck | 4,9921 | 0,023959 | 23,883 | 2,6769 |
| Bus | 115,35 | 29,475 | 374,16 | 46,557 |
| House | 523,59 | 26,0 | 1970,0 | 261,06 |
| Innov | 5,3594 | 0,0 | 60,1 | 5,7791 |

Источник: составлено автором.

¹⁰ Подробное описание и характеристики моделей представлены, например, в работе (Гафарова, 2017).

равномерное распределение характерно для показателей количества грузовых автомобилей в организациях и объема инновационных товаров, работ, услуг.

Для выявления наличия/отсутствия мультиколлинеарности была построена корреляционная матрица (табл. 3). Согласно представленным в ней данным все экзогенные переменные характеризуются слабой и умеренной корреляционной зависимостью друг от друга (коэффициент корреляции менее 0,7), что позволяет их использовать далее в настоящем исследовании.

Алгебраическая визуализация пространственной автокорреляции

Результаты расчета глобальных индексов пространственной автокорреляции Морана, характеризующих сходство местоположения с исследуемыми эндогенной переменной и экзогенными переменными интереса в регионах России, представлены в таблице 4. По итогам 2022 года положительная пространственная автокорреляция зафиксирована в отношении показателей подушевого ВРП, плотности

автодорог, доли сельских населенных пунктов, имеющих связь с сетью дорог общего пользования, количеством легковых и грузовых автомобилей, приходящихся на 1 тыс. чел. населения. То есть, как правило, регионы, для которых характерны более высокие значения какого-либо из вышеуказанных индикаторов, соседствуют с регионами, в которых наблюдаются также высокие значения показателей. Регионы с относительно низкими значениями показателей также соседствуют преимущественно друг с другом. Отрицательная автокорреляция, которая в научных исследованиях встречается значительно реже, зафиксирована в отношении количества автобусов общего пользования, приходящихся на 100 тыс. чел. населения. То есть регионы, характеризующиеся относительно высоким числом автобусов на 100 тыс. чел. населения, зачастую соседствуют с регионами с относительно низким числом автобусов. Это указывает на высокую степень неоднородности развития системы общественного транспорта, представленного в настоящем исследовании автобусами.

Таблица 3. Корреляционная матрица

| Переменная | I_GRP | Road | Rural_road | Car | Truck | Bus | Dummy | House | Innov |
|------------|-------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| I_GRP | 1 | -0,1143 | -0,5595 | 0,1966 | 0,6002 | -0,2494 | 0,6369 | -0,0026 | -0,0353 |
| Road | | 1 | -0,2834 | -0,0920 | 0,3608 | -0,1021 | 0,0836 | -0,2092 | -0,1779 |
| Rural_road | | | 1 | 0,0051 | -0,5688 | 0,1501 | -0,4258 | 0,1113 | 0,0152 |
| Car | | | | 1 | 0,0285 | -0,0138 | 0,1211 | 0,075 | 0,0472 |
| Truck | | | | | 1 | -0,1998 | 0,4884 | -0,0931 | -0,0465 |
| Bus | | | | | | 1 | -0,1529 | -0,018 | 0,0242 |
| Dummy | | | | | | | 1 | -0,1968 | -0,1711 |
| House | | | | | | | | 1 | 0,1563 |
| Innov | | | | | | | | | 1 |

Примечание: здесь и далее I_GRP – натуральный логарифм GRP.
Источник: составлено автором.

Таблица 4. Глобальные индексы пространственной автокорреляции Морана для эндогенной переменной и экзогенных переменных интереса

| Переменная | Год | | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|--|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| GRP | 0,046** | 0,044** | 0,042** | 0,043** | 0,047*** | 0,048*** | 0,050*** | 0,050*** | 0,047*** | |
| Road | 0,052** | 0,053** | 0,054** | 0,055** | 0,056** | 0,057** | 0,057** | 0,058*** | 0,059*** | |
| Rural_road | 0,094*** | 0,099*** | 0,085*** | 0,091*** | 0,091*** | 0,090*** | 0,090*** | 0,088*** | 0,088*** | |
| Car | 0,097*** | 0,094*** | 0,105*** | 0,058*** | 0,032 | 0,027 | 0,032* | 0,037* | 0,039* | |
| Truck | 0,124*** | 0,120*** | 0,093*** | 0,102*** | 0,099*** | 0,107*** | 0,086*** | 0,112*** | 0,096*** | |
| Bus | -0,018 | -0,006 | -0,009 | -0,035 | -0,019 | -0,018 | -0,033 | -0,101*** | -0,114*** | |

Примечание: *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; * p-value < 0,1.
Источник: составлено автором.

Однако наиболее значимый вывод, который следует из результатов расчета глобальных индексов Морана, а именно из их статистической значимости, состоит в том, что при построении регрессионной модели влияния автотранспортной связности на экономический рост регионов России следует учитывать пространственную зависимость.

Картографическая визуализация пространственной автокорреляции

Анализ пространственной автокорреляции с помощью диаграммы рассеяния Морана позволил распределить исследуемые регионы России по четырем кластерам (квадрантам диаграммы) в зависимости от особенностей их пространственного размещения и уровня анализируемых признаков. Так, регионы, попавшие в кластер HH (High-High), имеют относительно высокие собственные значения анализируемого показателя и окружены регионами также с относительно высокими значениями показателя. Регионы кластера LL (Low-Low), наоборот, имеют относительно низкие собственные значения анализируемого показателя и окружены регионами также с относительно низкими значениями показателя. Регионы, попавшие в кластер HL (High-Low), имеют относительно высокие собственные значения анализируемого показателя, но окружены регионами с относительно низкими значениями показателя. Регионы кластера LH (Low-High), наоборот, имеют относительно низкие собственные значения показателя, однако окружены регионами с относительно высокими значениями показателя. С определенной долей условности можно сказать, что регионы кластеров HH и HL представляют собой центры / ядра, характеризующиеся наибольшими значениями анализируемых показателей, в то время как регионы кластеров LL и LH – периферийные территории.

Картографическая визуализация распределения регионов по эндогенной переменной и экзогенным переменным интереса представлена на *рисунке*. В целом она визуальным образом подтверждает наличие положительной пространственной автокорреляции среди субъектов РФ, т. е. то, что субъекты расположены не хаотично, а образуют территориальные кластеры.

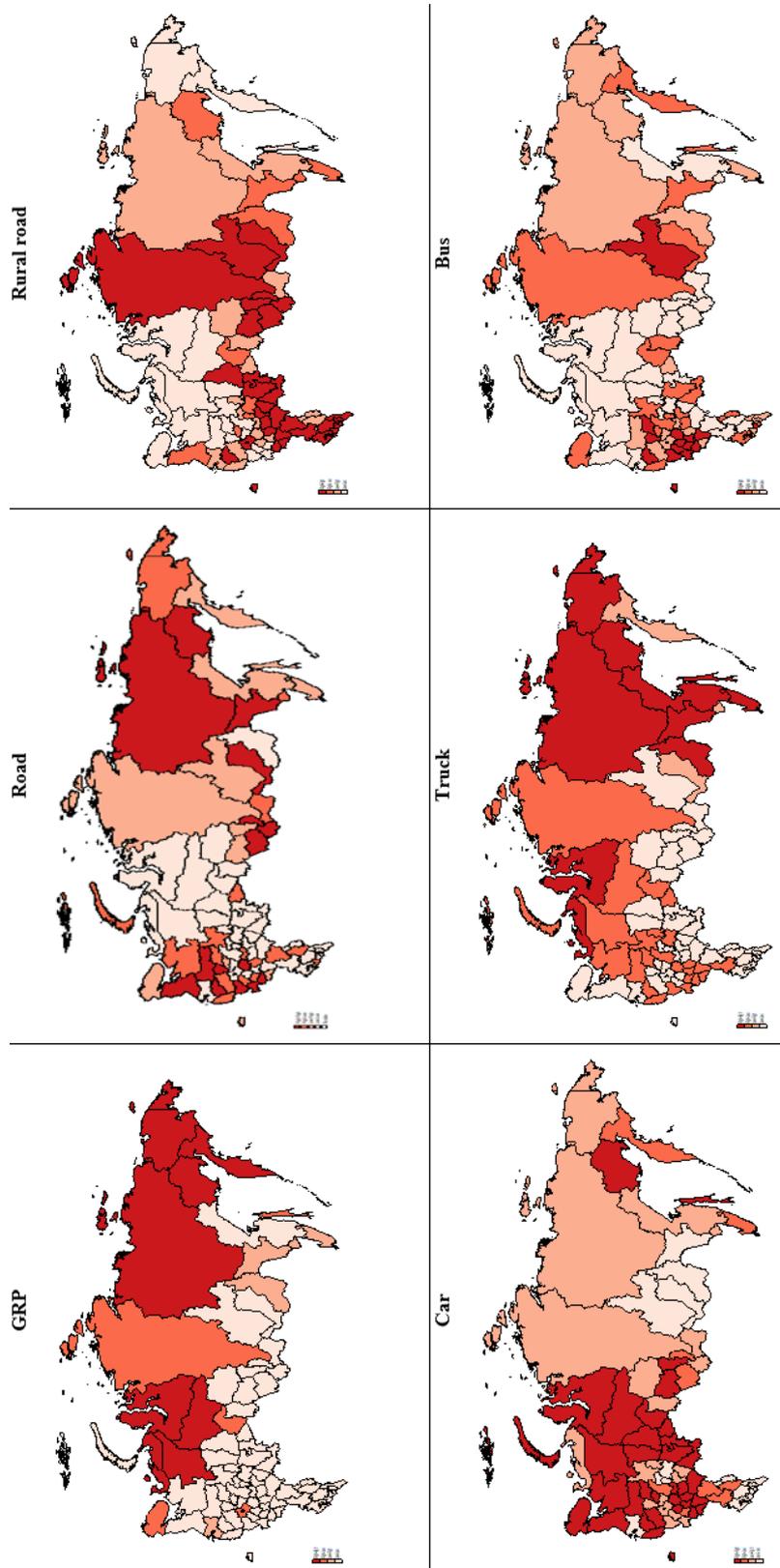
При этом выглядит интересным и вполне ожидаемым тот факт, что картограммы в определенной степени совпадают для показателей подушевого ВРП и количества грузовых автомобилей в организациях, так как в России лидерами по объему создаваемого ВРП на душу населения являются преимущественно северные регионы, в структуре экономики которых значительную долю занимает добывающая и обрабатывающая промышленность. Обеспечить ее бесперебойное функционирование (поставку сырья, материалов, оборудования, сбыт готовой продукции, перевозки полуфабрикатов между цехами и т. п.) позволяют перевозки именно грузовым автотранспортом¹¹. Вместе с тем значимая часть регионов Северо-Западного (например, Республика Коми, Архангельская, Мурманская, Вологодская области) и Уральского (Тюменская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа) федеральных округов по показателю числа легковых автомобилей, приходящихся на 1 тыс. чел. населения, находятся в кластере HH, а по показателю плотности автодорог на 1 тыс. чел. – LL. На наш взгляд, это с определенной долей условности подтверждает известный тезис о неразвитости автодорожной инфраструктуры в северных регионах России.

Вывод результатов построения пространственных моделей множественной регрессии

В рамках исследования были построены 5 спецификаций моделей для панельных данных со случайными эффектами (*табл. 5*). При этом одним из главных вопросов является выбор среди представленных моделей одной наилучшей. В первую очередь следует отметить, что результаты анализа пространственной автокорреляции Морана свидетельствуют о целесообразности учета пространственных эффектов в модели (соответственно, модель без учета пространственных эффектов из дальнейшего анализа исключается). Для выбора наилучшей модели среди SAR, SEM, SDM и GSPRE было проведено сравнение информационных

¹¹ В рамках настоящего исследования пространственной автокорреляции не анализировались перевозки железнодорожным, морским, водным, трубопроводным транспортом, которые также играют значимую роль в обеспечении бесперебойного функционирования промышленности.

Рис. 1. Картограммы распределения регионов РФ по квадрантам диаграммы рассеяния Морана по показателям ВРП (тыс. руб. на 1 чел.; GRP), плотности автодорог с твердым покрытием (км путей на 1 тыс. чел.; Road), удельный вес сельских населенных пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования (%; Rural_road), количество легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан (ед. на 1 тыс. чел.; Car), количество грузовых автомобилей (ед. на 1 тыс. чел.; Truck), количество автобусов общего пользования (ед. на 100 тыс. чел.; Bus)



Примечание: ввиду ограниченности баз картографических и статистических данных не представлены данные по Республике Крым и г. Севастополю, Донецкой Народной Республике, Луганской Народной Республике, Херсонской и Запорожской областям. Цвета заливки регионов соответствуют квадрантам матрицы рассеяния Морана:

| | | | |
|----|----|----|----|
| HH | HL | LH | LL |
|----|----|----|----|

Источник: составлено автором.

критериев Акаике и Шварца, скорректированного коэффициента детерминации. Это позволило выделить как наилучшую модель SDM, для которой характерно наименьшее значение коэффициентов Акаике (-2086) и Шварца

(-1994), наибольшее значение коэффициента детерминации (0,466). Более подробные описательные статистики модели SDM, в т. ч. пространственных лагов и пространственных эффектов, представлены в *таблице 6*.

Таблица 5. Результаты оценивания моделей для панельных данных со случайными эффектами с пространственными лагами и без них

| Показатель | Спецификация модели | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Без пространственных эффектов | С пространственными эффектами | | | |
| | | SAR | SEM | SDM | GSPRE |
| Регрессионные оценки | | | | | |
| Road | 0.012*** | -0.000 | -0.003 | -0.005** | -0.005** |
| Rural_road | -0.001 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.000 |
| Car | 0.001*** | 0.000*** | 0.000** | 0.000 | 0.000* |
| Truck | -0.005*** | -0.006*** | -0.007*** | -0.007*** | -0.007*** |
| Bus | -0.000** | 0.000 | 0.000 | 0.000* | 0.000 |
| Dummy | 0,532*** | 1.134*** | 1.259*** | 0.963*** | 1.101*** |
| House | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |
| Innov | -0.001 | 0.000 | 0.001* | 0.001** | 0.001 |
| Constant | 6.035*** | 0.980*** | 6.294*** | 3.760*** | 6.298*** |
| Коэффициенты пространственной автокорреляции | | | | | |
| Spatial | | | | | |
| rho | | 0.822*** | | 0.463*** | |
| lambda | | | 0.895*** | | 1.097*** |
| phi | | | | | 1.691*** |
| Variance | | | | | |
| lgt_theta | | -3.567*** | | -3.585*** | |
| sigma2_e | | 0.002*** | 0.002*** | 0.002*** | |
| ln_phi | | | 5.186*** | | |
| sigma_mu | | | | | 0.497*** |
| sigma_e | | | | | 0.041*** |
| Информационные критерии Акаике (AIC) и Шварца (BIC) | | | | | |
| AIC | 1651 | -2033 | -2013 | -2086 | -2017 |
| BIC | 1689 | -1977 | -1957 | -1994 | -1957 |
| Скорректированный коэффициент детерминации | | | | | |
| R-squared | | 0.437 | 0.405 | 0.466 | 0.404 |
| Примечания: *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; * p-value < 0,1. Зависимая переменная – I_GRP. Значимость включения фиктивной переменной подтверждена тестом Вальда. Число наблюдений – 765 ед. Алгебраическая форма модели SDM: $\ln GRP = 3.760 - 0.005 \times Road - 0.000 \times Rural_{road} + 0.000 \times Car - 0.007 \times Truck + 0.000 \times Bus + 0.963 \times Dummy - 0.000 \times House + 0.001 \times Innov;$ в рамках рассматриваемой модели при прочих равных условиях ВРП регионов, входящих в состав Европейского и Азиатского Севера России (Dummy = 1), выше ВРП остальных регионов (Dummy = 0) почти в 2,6 раза. Источник: составлено автором. | | | | | |

Таблица 6. Регрессионные оценки, пространственные лаги и пространственные эффекты модели для панельных данных со случайными эффектами с пространственными лагами SDM

| Переменная | Коэффициенты регрессии (β) | Пространственные лаги при экзогенных переменных (Wx) | Прямые эффекты (LR_Direct) | Косвенные эффекты (LR_Indirect) | Общие эффекты (LR_Total) |
|------------|------------------------------------|--|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Road | -0.005** | 0.045*** | -0.004* | 0.080*** | 0,076*** |
| Rural_road | -0.000 | -0.017*** | -0.001 | -0.033*** | -0.034** |
| Car | 0.000 | 0.001* | 0.000 | 0.001* | 0.001** |
| Truck | -0.007*** | 0,005 | -0.007*** | 0.004 | -0.003 |
| Bus | 0.000* | -0.000 | 0.000* | -0.000 | -0.000 |
| Dummy | 0.963*** | 1.583 | 1.014*** | 3.772 | 4.787** |
| House | -0.000 | 0.000** | -0.000 | 0.000** | 0.000*** |
| Innov | 0.001** | -0.004 | 0.001* | -0.006 | -0.005 |

Примечание: *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; * p-value < 0,1.
Источник: составлено автором.

С опорой на результаты расчетов можно сделать следующие ключевые выводы относительно модели SDM.

1. Коэффициент пространственной автокорреляции ρ ¹² в рассматриваемой модели статистически значим на 1% уровне значимости (см. табл. 5). Это означает, что имеют место глобальные спилловер-эффекты (т.н. «spillover effects», «эффекты перелива»), отражающие влияние на подушевой ВРП каждого конкретного региона не только его непосредственных соседей, но и соседей второго, третьего и т. д. порядка. Положительный знак коэффициента говорит о том, при росте/снижении ВРП в одном регионе происходит рост/снижение ВРП в соседних¹³ (Демидова, Тимофеева, 2021) при допущении об одинаковом влиянии соседних регионов на каждый регион, т. е. о постоянстве коэффициента ρ .

2. Коэффициент при пространственных лагах θ ¹⁴ статистически значим и отрицателен. Это позволяет говорить, что с увеличением значений экзогенных переменных в соседних регионах в рассматриваемом регионе происходят противоположные изменения эндогенной

переменной (при допущении об одинаковом влиянии соседних регионов на каждый регион, т. е. о постоянстве коэффициента θ).

В целом модель SDM подтвердила наличие статистически значимого влияния плотности автодорог (лаг 0,045; см. табл. 6), числа легкового автотранспорта (лаг 0,001), приходящегося на 1 тыс. чел. населения, и удельного веса сельских населенных пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования (лаг -0,017) в соседних субъектах, на каждый регион. Положительное влияние плотности автодорог и числа автотранспорта у граждан выглядит вполне закономерно: при их увеличении население и бизнес получают дополнительные возможности совершать больше деловых, туристических и иных поездок, в т. ч. в соседние регионы¹⁵. Если учесть, что основной объем ВРП создается преимущественно в городах и городских агломерациях, в добывающих/перерабатывающих поселках городского типа, то негативное влияние повышения связности сельских территорий также с определенной долей условности выглядит закономерно. Однако, на наш взгляд, это не должно стать определяющим фактором для органов государственной власти федерального и регионального уровней при принятии решений относительно развития транспортной

¹² Коэффициент перед пространственным лагом эндогенной переменной.

¹³ Демидова О.А. (2023). Семинар НУГ «Оценка влияния макрошоков на социально-экономические процессы в регионах России». Основные пространственно-эконометрические модели и их применение к российским данным. НИУ ВШЭ. URL: <https://economics.hse.ru/mirror/pubs/share/824652359.pdf>

¹⁴ Коэффициент перед пространственными лагами экзогенных переменных.

¹⁵ При условии увеличения плотности автодорог за счет их строительства, а не снижения численности населения, автомобилей у граждан – за счет непосредственного увеличения их числа, а не снижения численности населения.

инфраструктуры страны; необходимо брать во внимание в целом общественную значимость повышения связности сельских территорий в пространстве страны.

3. Поскольку в пространственной модели среди объясняющих факторов присутствуют пространственные лаги независимых переменных, необходимо интерпретировать не оценки коэффициентов, а оценки пространственных эффектов для рассматриваемых факторов (Демидова, Тимофеева, 2021). В таблице 6 представлены эффекты, рассчитанные в среднем для всех анализируемых 83 регионов России. Согласно этим данным, в частности среднему общему эффекту, на изменение валового регионального продукта в каждом i -том регионе оказывает статистически значимое влияние изменение во всех регионах показателей 1) плотности автодорог, 2) удельного веса сельских населенных пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования, 3) количества легковых автомобилей, 4) нахождения субъекта РФ на территории Европейского или Азиатского Севера России, 5) подушевых объемов ввода жилых домов, при этом второй – отрицательное влияние, остальные – положительное.

Кроме этого, анализ прямых пространственных эффектов позволяет заключить, что наибольшее положительное и статистически значимое влияние на объем подушевого ВРП i -го региона оказывает фактор нахождения региона на территории Европейского или Азиатского Севера России. Это в целом объясняется ресурсной специализацией экономики северных территорий, позволяющей формировать значительный объем ВРП, и их относительно слабой заселенностью. В свою очередь в результате анализа косвенных пространственных эффектов можно заключить, что наибольшее положительное и статистически значимое влияние на объем подушевого ВРП i -го региона оказывает плотность автодорог в других регионах России, в связи с тем, что автодороги являются основным видом инфраструктуры, используемой для передвижения населения, представляющего ключевого конечного потребителя в экономической системе, предъявляющего спрос на огромное количество товаров, работ, услуг.

В целом для большинства показателей автотранспортной связности характерна сложная роль в повышении уровня ВРП регионов России, поскольку знаки у прямых и косвенных эффектов для одних и тех же показателей в большинстве случаев разнятся.

Выводы

В ходе исследования оценено влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов России. Для этого предложен методический подход, основу которого составляет инструментарий пространственной эконометрики. Его применение позволило получить следующие ключевые результаты.

Во-первых, путем расчета коэффициентов пространственной автокорреляции Морана установлено наличие положительной пространственной автокорреляции среди субъектов РФ по показателям подушевого ВРП и большинству показателей автотранспортной связности (плотность автодорог, доля сельских населенных пунктов, имеющих связь с сетью дорог общего пользования, количество легковых и грузовых автомобилей, приходящихся на 1 тыс. чел. населения). Как правило, регионы, для которых характерны более высокие значения какого-либо из этих показателей, соседствуют с регионами, в которых тоже наблюдаются высокие значения показателей. Регионы с относительно низкими значениями показателей также соседствуют преимущественно друг с другом. То есть субъекты расположены не хаотично, а образуют территориальные кластеры, непосредственно визуализированные на картограммах. При этом статистическая значимость глобальных индексов Морана по используемым в исследовании переменным указала на необходимость учета пространственной зависимости при построении регрессионной модели влияния автотранспортной связности на экономический рост регионов.

Во-вторых, построение и затем сравнение нескольких регрессионных моделей с учетом пространственных лагов и без позволили установить, что лучшей является модель SDM, учитывающая лаги при эндогенной и всех экзогенных переменных. В ходе ее интерпретации выявлено, что по показателю подушевого валового регионального продукта в регионах России

имеют место спилловер-эффекты: на уровень ВРП каждого региона оказывает положительное влияние уровень ВРП его соседей первого, второго, третьего и т. д. порядка. Вместе с тем на изменение валового регионального продукта в каждом i -том регионе оказывает статистически значимое влияние изменение во всех регионах России таких показателей автотранспортной связности, как плотность автодорог, приходящихся на 1 тыс. чел. населения, удельный вес сельских населенных пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования, количество легковых автомобилей, приходящихся на 1 тыс. чел. населения. Таким образом, гипотезу о том, что влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов России обусловлено пространственным расположением регионов, можно считать подтвержденной частично.

Теоретическая значимость проведенного исследования состоит в обосновании зависимости экономического роста каждого субъекта России от уровня внутрирегиональной транспортной связности не только его самого, но и остальных регионов (в период 2014–2022 гг.). Практическая значимость заключается в возможности использования результатов органами государственной власти федерального и регионального уровней при совершенствовании политики в сфере социально-экономического и пространственного развития территорий.

Однако, понимая, что результаты проведенного исследования не дают всестороннего и полного ответа относительно сложившихся в России закономерностей влияния транспортной связности на экономический рост, следует выделить перспективы дальнейшей работы:

- оценка влияния автотранспортной связности на экономический рост с учетом различной чувствительности каждого региона к воздействиям со стороны остальных регионов Российской Федерации, т. е. с учетом предположения о непостоянстве пространственных коэффициентов ρ и θ ;

- построение пространственных регрессионных моделей зависимости ВРП от показателей автотранспортной связности для различных групп регионов по отнесению к кластерам НН, НЛ, ЛН, ЛЛ Морана;

- моделирование влияния на экономический рост субъектов РФ связности железнодорожной, водной, авиационной и в целом интегральной транспортной связности (по всем видам транспорта) с учетом наличия пробелов в статистических данных;

- анализ проблем, которые могут нивелировать положительное влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов России: несогласованность плановых ориентиров транспортного и экономического развития, слабая вовлеченность транспортной инфраструктуры в хозяйственные процессы региона и др. (Рослякова, 2021).

Литература

- Балаш О.С. (2012). Эконометрическое моделирование пространственных взаимодействий // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право. № 3. С. 30–35.
- Гафарова Е.А. (2017). Эмпирические модели регионального экономического роста с пространственными эффектами: результаты сравнительного анализа // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». № 4. С. 561–574. DOI: 10.17072/1994-9960-2017-4-561-574
- Горидько Н.П., Рослякова Н.А. (2014). Факторы развития российских регионов: роль инноваций и транспортной инфраструктуры / под ред. Р.М. Нижегородцева. М.: Национальный институт бизнеса. 440 с.
- Гуменюк И. С., Гуменюк Л. Г. (2021). Транспортная связность как фактор преодоления периферийности: пример сельских поселений Калининградской области // Балтийский регион. № 4. С. 147–160. DOI: 10.5922/2079-8555-2021-4-8
- Демидова О.А., Тимофеева Е.А. (2021). Пространственные аспекты оценки кривой заработной платы в России // Журнал Новой экономической ассоциации. № 3. С. 69–101. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-51-3-4
- Инфраструктура пространственного развития РФ: транспорт, энергетика, инновационная система, жизнеобеспечение (2020) / под ред. к.э.н. О.В. Тарасовой. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН. 456 с.
- Исаев А.Г. (2015). Транспортная инфраструктура и экономический рост: пространственные эффекты // Пространственная экономика. № 3. С. 57–73. DOI: 10.14530/se.2015.3.057-073

- Кожевников С.А., Патракова С.С. (2024). Транспортная связность северных регионов России: проблемы и инструменты обеспечения // Проблемы развития территории. № 3. С. 50–66. DOI: 10.15838/ptd.2024.3.131.4
- Коломак Е.А. (2011). Эффективность инфраструктурного капитала в России // Журнал новой экономической ассоциации. № 10. С. 74–93.
- Колчинская Е.Э. (2015). Влияние транспортной инфраструктуры на промышленное развитие регионов России // Актуальные проблемы экономики и права. № 2. С. 77–82.
- Кудрявцев А.М., Руднева Л.Н. (2014). Методика комплексной оценки эффективности функционирования транспортной инфраструктуры региона // Российское предпринимательство. № 8 (254). С. 109–121.
- Куратова Э.С. (2014). Методология оценки транспортной обеспеченности территории для целей доступности социальных услуг // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. № 5. С. 251–259.
- Окунев И.Ю. (2024). Глобальная и локальная пространственная автокорреляция: методы расчёта и картографирования // Псковский регионологический журнал. № 2. С. 170–191. DOI: 10.37490/S221979310030291-3
- Пьянкова С.Г., Заколюкина Е.С. (2024). Влияние характеристик транспортного комплекса на экономическое развитие региона: пример УрФО // Journal of New Economy. № 2. С. 69–88.
- Рослякова Н.А. Дифференциация развития транспортной инфраструктуры в условиях неравновесной динамики регионов (2021) / под науч. ред. Н.П. Горидько. СПб.: Скифия-принт. 291 с.
- Транспортная и энергетическая инфраструктура в развитии производительных сил макрорегиона (2022) / под науч. ред. М.Б. Петрова. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. 275 с.
- Ускова Т.В. (2021). Транспортная инфраструктура как фактор развития территорий и связанности экономического пространства // Проблемы развития территории. № 3. С. 7–22.
- Худякова Л.В. (2015). Эффекты влияния транспортной инфраструктуры на социально-экономическое развитие региона // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. № 5. С. 61–64.
- Щербанин Ю.А. (2011). Транспорт и экономический рост: взаимосвязь и влияние // Евразийская Экономическая Интеграция. № 3. С. 65–78.
- Francisco K., Helble M. (2017). *The Impact of Improved Transport Connectivity on Income, Education, and Health: The Case of the Roll-On/Roll-Off System in the Philippines. ADBI Working Paper 792*. Tokyo: Asian Development Bank Institute. Available: <https://www.adb.org/publications/impact-improved-transport-connectivity-income-educationhealth-philippines>
- Karim A., Suhartono Prastyo D.D. (2020). Spatial spillover effect of transportation infrastructure on regional growth. *Economy of Region*, 3, 911–920. DOI: 10.17059/ekon.reg.2020-3-18
- Rim G.N., An C.J. (2022). Impact of transport infrastructure on living standards: Evidence from the Chinese provinces directly affected by the “One Belt, One Road” Initiative. *Business Perspective Review*, 4(1), 51–69. DOI: 10.38157/bpr.v4i1.431
- Shi J., Bai T., Zhao Z., Tan H. (2024). Driving economic growth through transportation infrastructure: An in-depth spatial econometric analysis. *Sustainability*, 16, 4283. DOI: 10.3390/su16104283
- Taylor M., D’Este G. (2007). Transport network vulnerability: A method for diagnosis of critical locations in transport infrastructure systems. In: Murray A.T., Grubestic T.H. (Eds). *Critical Infrastructure. Advances in Spatial Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI:10.1007/978-3-540-68056-7_2
- Tobler W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography (Supplement: Proceedings, International Geographical Union. Commission on Quantitative Methods)*, 46, 234–240. DOI:10.2307/143141
- Tobler W.R. (2004). On the first law of geography: A reply. *Annals of the Association of American Geographers*, 94(2), 304–310.
- Wang J., Yang X. (2023). Spatial spillover of Yangtze River Delta transportation infrastructure on economic growth. *Highway*, 68, 195–203.
- Wang J., Yang X., Qalati S.A., Deng Y. (2022.) Spatial spillover effect and spatial distribution characteristics of transportation infrastructure on economic growth: A case of the Yangtze River Delta. *Frontiers in Environmental Science*. 10:900209. DOI: 10.3389/fenvs.2022.900209

- Yao Z., Liu Z. (2022). On the influence of modern transportation infrastructure on the economic development quality of metropolitan areas. *Journal of Chang'an University (Natural Science Edition)*, 23, 60–69.
- Zhu L., Luo H. (2022). The features and the mechanism of the impact of transportation infrastructure construction on regional economic gap and the empirical study. *Journal of Yunnan University of Finance and Economics*, 3, 31–45.

Сведения об авторе

Светлана Сергеевна Патракова – кандидат экономических наук, научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: sspatrakova@bk.ru)

Patrakova S.S.

The Impact of Road Transport Connectivity on Economic Growth of Regions: Econometric Modeling

Abstract. For the Russian Federation, as the largest country in terms of area, the task of strengthening transport connectivity of territories: centers of economic growth, urban and rural areas, settlements within urban agglomerations, etc., is of exceptional importance. It is especially acute in the conditions of growing external sanctions pressure, which caused the need to multiply the strengthening of inter- and intra-regional ties of economic, migration, socio-cultural, scientific and technological nature. The aim of the research is to assess the impact of road transport connectivity on the economic growth of Russian regions. We used general scientific methods (analysis, synthesis, generalization) and methods of spatial econometrics to achieve it. In particular, we substantiated the existence of clustering of regions in the country space by level of per capita GRP and key indicators of motor transport connectivity based on the results of calculation of global and local Moran's spatial autocorrelation indices. As a result of the construction of multiple regression models with random effects with spatial lags (SAR, SEM, SDM, GSPRE models) and without them, the article shows that the greatest positive and statistically significant influence on the GRP of its subject is exerted by the factor concerning location of the region within the North of Russia, and on the GRP of other regions – by the density of highways. The scientific significance of the study consists in proving that the economic growth of each region of Russia in the period 2014–2022 was influenced by the level of intra-regional transport connectivity of both the subject itself and other regions. The results of our work contribute to the development of ideas about the impact of spatial factors on the economic growth of Russian regions and can be used by researchers in conducting research on similar topics, by public authorities in the development of strategic documents and specific projects for the development of territories.

Key words: road transport connectivity, economic space, region, economic growth, gross regional product, modeling, spatial autocorrelation.

Information about the Author

Svetlana S. Patrakova – Candidate of Sciences (Economics), Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: sspatrakova@bk.ru)

Статья поступила 10.09.2024.