

Пространственное моделирование взаимодействия регионов Российской Федерации и Республики Беларусь в сфере обрабатывающей промышленности

Л. А. Серков  , М. Б. Петров , К. Б. Кожов 

*Институт экономики Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург, Россия
 serkov.la@uiec.ru*

Аннотация. В связи с процессами формирования Союзного государства возрастает актуальность проведения исследования экономических, инфраструктурных и институциональных факторов, влияющих на изменение уровня экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации и Республики Беларусь. Целью работы является проведение пространственного моделирования возможного взаимодействия регионов Российской Федерации и Республики Беларусь в сфере обрабатывающей промышленности и оценке факторов, влияющих на это взаимодействие. Основной гипотезой исследования является предположение о том, что элементы матрицы межрегиональных взаимовлияний являются прокси-переменными, характеризующими степень этого взаимовлияния. На первом этапе исследуется пространственное распределение объема выпуска в секторе обрабатывающей промышленности регионов указанных стран с целью оценки возможностей взаимодействия этих регионов в данном секторе экономики. При моделировании Республика Беларусь рассматривается как отдельный регион в рамках Союзного государства. Проведены расчеты глобального и локального индексов Морана и определены возможные пространственные автокорреляции как между субъектами Российской Федерации, так и между регионами указанных стран. В проводимом исследовании в качестве элементов весовой матрицы выбраны экономические показатели, рассчитанные на основе обратных значений разницы межрегиональных валовых региональных продуктов. На втором этапе изучено влияние экономических, инфраструктурных и институциональных факторов на показатель, характеризующий степень возможного взаимодействия регионов указанных стран в сфере обрабатывающей промышленности. С помощью квантильной регрессии изучено влияние экономических, инфраструктурных и институциональных факторов на этот исследуемый показатель. Использование данного подхода позволяет обосновать приоритетные направления экономического развития территорий в рамках Союзного государства, в частности осуществить поиск центров притяжения ресурсов и сфер их влияния на территории. Результаты работы могут быть использованы при подготовке стратегий, программ и схем размещения и развития отраслей с учетом потенциала нового уровня интеграции экономик России и Белоруссии.

Ключевые слова: регион; межрегиональные связи; пространственная автокорреляция; индекс Морана; пространственное развитие; квантильная регрессия.

1. Введение

В рамках проекта Союзного государства Российской Федерации (РФ) и Республики Беларусь (РБ) в настоящее

время проводится большая работа по выстраиванию взаимовыгодных экономических интеграционных межгосударственных связей. В рамках

укрепления договорно-правовой базы и при высокой заинтересованности и наибольшем благоприятствовании со стороны президентов обоих государств правительствами России и Белоруссии ведется разработка и подписание межгосударственных и межправительственных договоров и соглашений по всему спектру экономического сотрудничества, охватываемого союзным государством. Важным при этом является необходимость не только сохранить имеющиеся, но также возродить и создать новые технологические цепочки и кооперационные связи между предприятиями двух государств, мобилизовав тем самым долгосрочные факторы, способствующие экономической интеграции.

Союзное государство получает новый приоритет, так как увеличивается пространственное развитие экономики Белоруссии от Калининграда до Камчатки, что в свою очередь стимулирует рост объема товаров собственного производства российских предприятий, которые работают в кооперации с белорусской промышленностью. Поэтому возрастает актуальность проведения исследования экономических, инфраструктурных и институциональных факторов, влияющих на изменение уровня экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации и Республики Беларусь.

В настоящее время имеются достаточно высокие экономические интеграционные связи между Россией и Белоруссией, развивающиеся в рамках проекта Союзного государства. К настоящему времени договорно-правовая база российско-белорусского сотрудничества насчитывает около 200 межгосударственных и межправительственных договоров и соглашений. Страны идут по пути экономического сближения, и наблюдается желание не только

сохранить уже наработанные экономические цепочки между предприятиями двух государств, но и вывести их на новый уровень, позволяющий не только обеспечить выпускаемой продукцией потребителей России и Белоруссии, но и расширить экспорт ее в ближнее и дальнее зарубежье, ориентируясь преимущественно на рынки Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока.

Еще одним фактором, способствующим увеличению тяготения Белоруссии к России, является введение санкций странами ЕС против Белоруссии. Санкции наносят значительный ущерб отношениям этого государства со странами ЕС, приводя к экономическим потерям с белорусской стороны. В противовес этому наблюдаются хорошие отношения у Белоруссии с Китаем. Однако экономические связи с этой страной затруднены по причине большого расстояния между странами и отсутствием общих границ. С учетом этого развитие Союзного государства получает новый приоритет, так как увеличивается пространственное развитие экономики Белоруссии от Калининграда до Камчатки. Ее продукция сможет более эффективно доставляться в порты дальневосточного региона России и до границы с Китаем по российским транспортным магистралям.

В РФ и РБ основная доля промышленного производства приходится на обрабатывающую промышленность – машиностроение, металлообработка и др. Широко известны такие представители белорусского машиностроения, как БелАЗ, МАЗ, МТЗ (Минский тракторный завод), МЗКТ (Минский завод колесных тягачей), который выпускает тягачи для российских Вооруженных сил. Обрабатывающая промышленность является важнейшей отраслью с позиций развития экономики регионов и повышения ее конкурентоспособности.

Поэтому являются особенно важными межрегиональные взаимодействия именно в секторе обрабатывающей промышленности. Межрегиональное сотрудничество РФ и РБ в этом секторе является важным фактором развития производственной и социальной сфер, источником привлечения инвестиций, расширения рынков сбыта продукции, проведения политики расширения и укрепления торгово-экономических, научно-технических и культурных связей между РФ и РБ.

Под межрегиональными взаимодействиями в предлагаемом исследовании подразумевается процесс взаимного влияния регионов, выступающий универсальной формой их совместного развития. Формой межрегиональных взаимодействий в сфере обрабатывающей промышленности является инвестиционная деятельность, научно-техническое сотрудничество, производственные связи и кооперация, информационный обмен. Для анализа и прогнозирования межрегиональных взаимодействий необходимо оценивать их степень с помощью различных модельных индексов. Таким образом, на первый план выходит задача моделирования возможных межрегиональных связей.

Целью исследования является моделирование возможных межрегиональных взаимодействий субъектов Российской Федерации и Республики Беларусь в сфере обрабатывающей промышленности и оценка факторов, влияющих на данное взаимодействие.

Основной гипотезой исследования является предположение о том, что элементы матрицы межрегиональных взаимовлияний являются прокси переменными, характеризующими степень этого взаимовлияния.

Статья структурирована следующим образом. Во втором разделе приведен обзор трудов отечественных

и зарубежных авторов, посвященных проблеме межтерриториального взаимодействия на различных уровнях. В третьем разделе представлена методология и сформулирована основная гипотеза исследования. В четвертом разделе представлены результаты проведенных исследований, основанные на изучении пространственной автокорреляции межрегионального взаимодействия и анализе факторов, влияющих на данное взаимодействие. В заключении сформулированы выводы и предложены возможные дальнейшие направления исследований в данной области.

2. Степень проработанности проблемы.

Проблема возможных межрегиональных диспропорций взаимовлияния широко представлена в современных публикациях [1–9].

В приведенных публикациях, в частности, подчеркивается, что одним из самых противоречивых факторов, оказывающих прямое воздействие на пространственную структуру страны в целом и отдельных ее макрорегионов, является глобализация [2, 4]. С одной стороны, глобализация – одна из главных движущих сил экономического роста (и упадка), стимул технологических инноваций и повышения конкурентоспособности региона или города в привлечении новых инвестиций, с другой – эти же процессы затрагивают территорию страны крайне неравномерно и способствуют дальнейшей поляризации социально-экономического пространства и обострению социальных противоречий.

К числу основных преимуществ межрегионального взаимодействия исследователи относят содействие развитию инноваций, в первую очередь за счет расширения возможностей рынка труда, а также за счет увеличения

информационных потоков [4]. К позитивным факторам межрегионального взаимодействия ученые относят также развитие сотрудничества в экономической, политической, академической, социальной и культурной сферах; повышение благосостояния и преодоление бедности в рамках экономического сотрудничества.

В приведенных публикациях анализируются также факторы взаимодействия регионов. Большинство авторов выделяют следующие способствующие этому процессу и сопутствующие факторы: необходимость обмена товарами или услугами, знаниями и информацией; усиление социальной интеграции, основанной на сотрудничестве бизнес-структур, мобильности на рынке труда и т. д.; усиление экономических связей, основанных на интеграционных процессах [6, 7, 9]. Роль географических факторов подробно анализируется в публикациях [10–12].

Анализируются проблемы стратегического планирования, при этом обращается внимание на конфликт национальной стратегии пространственного развития России с ее региональными стратегиями [13]. Исходя из этого, при проведении моделирования по оценке взаимовлияния разноуровневых территориальных единиц, таких как регионы России и Беларусь (в целом), важно в полной мере учитывать различные факторы конфликтности их разноуровневых стратегий.

В работе [14] исследованы процессы синхронизации экономической динамики и их связь с оценкой реального уровня межтерриториальной интеграции на территориях регионов Уральского федерального округа (УрФО) РФ. Подтвержден вывод о целесообразности формирования крупных макрорегионов и их территориально-промышленных узлов как объектов комплексного

управления развитием производительных сил. Макрорегиональные и субрегиональные (надагломерационные на уровне субъектов) структуры могут становиться уровнями проявления синергических эффектов в соответствии с реализацией Концепции Стратегии пространственного развития.

Показано, что успешность этих интеграционных проектов может существенно зависеть от степени реализации в них национальных приоритетов [15, 16]. С учетом этого появляется возможность более эффективного отбора к реализации на надрегиональном уровне комплексных инвестиционных проектов межрегионального значения, имеющих значительный экономический потенциал. В свою очередь, реализация этих проектов позволит расширить возможности научно-технологического развития регионов с учетом приоритетов пространственного развития.

Разработке методологического подхода по пространственному развитию регионов РФ и входящих в них территориальных систем, а также моделированию пространственных процессов посвящена работа [17]. Исследования интенсификации межрегионального взаимодействия различных систем представлены в работе [18]. В ней делается вывод, что перспективной моделью пространственного развития экономики на данном этапе является межрегиональное взаимодействие в рамках формата межрегиональных кластеров, когда есть «кластер – доминант» и «кластеры – спутники». Кроме того, подчеркивается важность анализа межрегиональных взаимодействий как с позиции глобализации, так и с точки зрения неравномерности пространственного регионального развития.

Исследование показателей инвестиционной деятельности по отраслям экономики и регионам страны описаны

в работе [19]. В работах [20, 21] проводится анализ методов исследования межтерриториальных взаимосвязей и обосновывается необходимость использования пространственной автокорреляции. Представляется методический подход к исследованию межрегиональных взаимосвязей, предполагающий поиск источников формирования потенциала экономического роста регионов, моделирование его структуры по приоритетным направлениям экономической деятельности методами корреляционного анализа. Исследуются межрегиональные взаимосвязи в процессах формирования потенциала по приоритетным направлениям экономической деятельности с помощью метода пространственной автокорреляции с использованием различных типов матриц расстояний. Описан процесс формирования пространственных моделей экономического развития российских регионов в рамках Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 г.

В работе [22] изучается характер взаимосвязей различных социально-экономических показателей и схожесть регионов РФ при помощи индексов сравнительных преимуществ. Проводится анализ факторов, определяющих схожесть регионов России. Для ее достижения используется эконометрический инструментарий. Показано, что увеличение географического расстояния между субъектами России приводит к уменьшению схожести их сравнительных преимуществ, а наличие общей границы – к увеличению. Рост разницы в социально-экономических показателях приводит к снижению схожести субъектов по этим показателям.

Необходимо отметить, что в вышеуказанных работах в региональном аспекте проведены исследования по территориям, входящим в состав

Российской Федерации. Поэтому представляет интерес расширить эти исследования до уровня территорий расположенных в границах Союзного государства России и Белоруссии, а также усовершенствовать методический подход, дополнив его анализом детерминант пространственного взаимовлияния регионов РФ и РБ.

3. Методологическое обеспечение исследования

В настоящей работе на первом этапе исследуется пространственное распределение объема выпуска в секторе обрабатывающей промышленности регионов РФ и Республики Беларусь (РБ) с целью оценки возможностей взаимодействия этих регионов в данном секторе экономики. Наличие возможной пространственной автокорреляции межрегионального взаимодействия территорий тестируется с применением индексов Морана [23]. При этом Республика Беларусь рассматривается как отдельный регион в рамках Союзного государства. Этот этап проводится с целью формирования показателя, характеризующего степень возможного взаимовлияния рассматриваемых регионов.

Достаточно большой набор разработанных методик для проверки гипотезы о наличии пространственной автокорреляции может быть применен только для проверки гипотезы о большем сходстве по некоторому признаку близко расположенных регионов и более отдаленных [24]. При рассмотрении сложных нелинейных структур более корректно применение индексов Морана.

Для выявления пространственной локализации используется глобальный I_m и локальный (LISA) I_{mi} индексы и диаграмма рассеяния Морана [25]. Этот подход обеспечивает достаточную простоту интерпретации. I_m принимает

значения от -1 до 1 . Если результат расчетов значим и положителен, то можно утверждать о положительной пространственной автокорреляции. В экономическом смысле это соответствует кооперации субъектов РФ и РБ (в целом) с похожими уровнями объема производства. В случае отрицательных значений территории обособлены и соседние регионы существенно различаются по этому показателю. Локальный индекс Морана характеризует степень взаимовлияния объемов произведенной продукции исследуемого региона на показатели остальных территорий, связанных с данным субъектом.

Выражение для расчета глобального индекса Морана распределения объема производства в сфере обрабатывающей промышленности по субъектам РФ и РБ (в целом) (I_m) имеет следующий вид:

$$I_m = \frac{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} (x_i - \mu)(x_j - \mu)}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}, \quad (1)$$

где x_i – анализируемый объем производства региона; μ – среднее значение анализируемого объема производства; w_{ij} – элемент матрицы пространственных весов для регионов i и j ; N – число анализируемых регионов; S_0 – сумма всех весов пространственной матрицы, $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij}$.

Для расчета индексов Морана использовалась весовая матрица, учитывающая, кроме линейных расстояний, экономическую активность регионов. При этом авторы исходили частично из логики гравитационной модели, согласно которой уровень торговых отношений двух регионов, измеряемый объемом взаимной торговли, зависит от различий в их уровне развития, оцениваемом

объемом валового регионального продукта Y_{ij} . При этом регионы с примерно одинаковым уровнем развития должны иметь более тесные торговые отношения друг с другом по сравнению с регионами с различной степенью развития. Поэтому в качестве элементов весовой матрицы были выбраны обратные значения разницы межрегиональных валовых региональных продуктов (по модулю), отнесенных к стоимости фиксированного набора потребительских благ и услуг региона ($1/\Delta Y_{ij}$). Эти элементы весовой матрицы умножались на обратные линейные расстояния, нормировались и стандартизировались построчно.

Значимость глобального индекса Морана проверяется с помощью Z -статистики.

Локальный индекс Морана I_{mi} , характеризующий степень взаимовлияния объема производства определенного (i -го) региона на производственные объемы остальных территорий, связанных с данным субъектом, определяется как

$$I_{mi} = N \frac{(x_i - \mu) \sum_{j=1}^m w_{ij} (x_j - \mu)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}. \quad (2)$$

Пространственную автокорреляцию можно считать положительной, если глобальный индекс I_m больше ожидаемого значения индекса Морана

$$E(I) = -\frac{1}{N-1}.$$

В противном случае ав-

токорреляция отрицательна. Равенство индекса Морана его ожидаемому значению говорит о случайном характере связей между анализируемыми регионами.

Важным показателем, характеризующим степень взаимовлияния объемов производства в секторе обрабатывающей промышленности между двумя

отдельными территориями, является показатель $LISA_{ij} = z_i z_j w_{ij}$, где z_i, z_j – стандартизованные отклонения объемов производства каждого отдельного региона от среднего значения. Этот показатель в дальнейшем (на втором этапе) будет анализироваться при описании взаимовлияния отдельных регионов РФ с Белоруссией.

На втором этапе исследуется влияние экономических, инфраструктурных и институциональных факторов на показатель $LISA_{ij}$ характеризующий степень возможного взаимодействия двух территорий в сфере обрабатывающей промышленности. При этом показатель $LISA_{ij}$ нормировался для изменения его в интервале от 0 до 1 и являлся зависимой переменной. Объясняющими переменными являлись вышеназванные детерминанты. Влияние последних на показатель $LISA_{ij}$ анализировалось с помощью квантильной регрессии.

Квантильная регрессия [26–28] позволяет посредством условных квантилей анализировать влияние регрессоров на независимую переменную в определенном интервале ее изменения. В контексте предлагаемой публикации эта регрессия оценивает квантили условного распределения показателя $LISA_{ij}$ при заданных значениях регрессоров. Квантильная регрессия имеют неоспоримое преимущество перед классической линейной регрессией (регрессия МНК) в случае неоднородности выборочных распределений оцениваемого показателя. Кроме того, квантильная регрессия более устойчива к выбросам, чем регрессия МНК. Более того, оценки квантильной регрессии могут быть состоятельными при более слабых предположениях, чем это возможно для оценок МНК.

Для непрерывной случайной величины y q -квантилью в генеральной совокупности называется число μ_q , такое,

что значения y меньше или равные μ_q встречаются с вероятностью q [27]. То есть

$$q = \Pr[y \leq \mu_q] = F_y(\mu_q),$$

где F_y – функция распределения y .

В частности, популярным примером q -квантиля является медиана ($q=0.5$).

В регрессионной модели q -квантилью в генеральной совокупности для y при условии x называют функцию $\mu_q(y|x)$, такую, что при условии x вероятность, что y не превышает μ_q , равна q , где эта вероятность вычислена с помощью условного распределения y при данном x . Тогда

$$\mu_q(y|x) = F_{y|x}^{-1}(q), \quad (3)$$

где $F_{y|x}$ – условная функция распределения y при x (параметры распределения опущены).

В отличие от классической линейной регрессии для квантильной регрессии отсутствуют явные соотношения для оценки параметров. Поэтому оценка параметров β_q q -го выборочного квантиля регрессии осуществляется численным методом как решение проблемы минимизации по β_q целевой асимметричной по модулю функции потерь [29–31].

$$Q(\beta_q) = \sum_{i: y_i \geq x_i' \beta_q} q |y_i - x_i' \beta_q| + \sum_{i: y_i \leq x_i' \beta_q} (1-q) |y_i - x_i' \beta_q|, \quad (4)$$

где N – число наблюдений, $0 \leq q \leq 1$.

Информационной основой исследования является официальная статистика Росстата. В статье для тестирования пространственной автокорреляции использовались следующие

данные за 2018 г. в разрезе 84 регионов РФ и РБ: объем производства в секторе обрабатывающей промышленности (миллионов рублей) и валовой региональный продукт (миллионов рублей). Статистические данные по Тюменской области рассматривались отдельно от данных по Ханты-Мансийскому и Ямало-Ненецкому автономным округам.

4. Результаты исследования

4.1. Выявление пространственных особенностей распределения объема производства по субъектам

Полученное положительное значение глобального индекса Морана подтверждает наличие положительной автокорреляции распределения объема производства в сфере обрабатывающей

промышленности между всеми регионами РФ и РБ. По данным исследования, в разрезе 84 субъектов РФ и РБ построена пространственная диаграмма рассеяния Морана (рис. 1) показывающая наличие кластеризации территорий в пространстве.

Для анализа построенная диаграмма рассеяния разделена на 4 квадранта (LH, HH, LL, HL). Квадранты позволяют сгруппировать наблюдения по признаку пространственной автокорреляции. Принципы формирования квадрантов показаны в табл. 1 (в дальнейшем индекс i у показателей z_i и Wz_i опущен). На диаграмме (рис. 1) видно, что исследуемые 84 субъекта РФ распределены по всем четырем вышеуказанным кластерам (квадрантам).

На диаграмме рассеяния большинство точек (маркеров) расположено

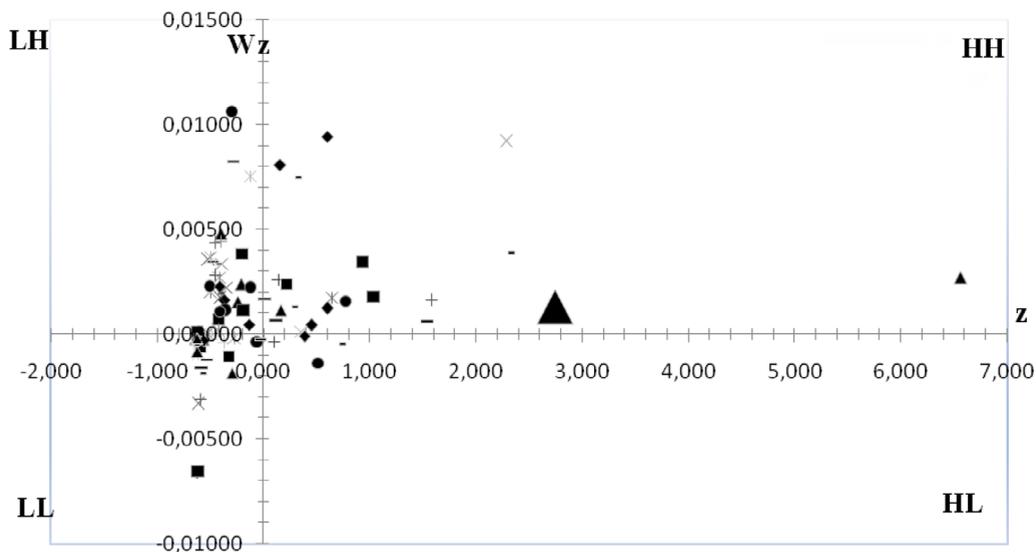


Рис. 1. Пространственная диаграмма рассеяния для объемов производства по субъектам РФ и РБ по данным за 2018 г. (по оси X отображаются стандартизованные отклонения региональных уровней объемов производства от среднего значения z . По оси Y – географически взвешенные стандартизованные уровни объемов производства Wz . Маркер в виде треугольника соответствует РБ)

Fig. 1. Spatial scattering diagram for production volumes by regions of the Russian Federation and the Republic of Belarus according to data for 2018 (The X-axis shows the standardized deviations of regional production levels from the average value. On the Y-axis there are geographically weighted standardized levels of production volumes. The triangle marker corresponds to RB)

Таблица 1. Характеристики формирования квадрантов пространственной диаграммы рассеяния Морана

Table 1. Characteristics of the formation of quadrants of the spatial Moran scattering diagram

Квадрант	z	Wz	Автокорреляция	Внутренние территории	Окружающие территории
НН	$z > 0$	$Wz > 0$	положительная	z -велико	z -велико
НЛ	$z > 0$	$Wz < 0$	отрицательная	z -велико	z -мало
ЛН	$z < 0$	$Wz > 0$	отрицательная	z -мало	z -велико
ЛЛ	$z < 0$	$Wz < 0$	положительная	z -мало	z -мало

в квадрантах с положительной автокорреляцией (НН и ЛЛ). Следует отметить, что территории (кластеры) с высокой концентрацией ресурсов находятся в квадранте НЛ. Все территории, находящиеся в квадранте ЛН на диаграмме рассеяния, примыкают (притягиваются) к территориям с высокой концентрацией ресурсов. Методика определения кластерного распределения территорий по квадрантам НЛ и ЛН описана в работе [32].

В работе [33] было предложено все выявленные кластеры характеризовать

как ядра, спутники-противовесы и другие. С учетом этого рассматриваемые в статье территории были отнесены к соответствующим кластерам.

Территории, лежащие в четвертом квадранте НЛ, имеют высокие собственные значения z и окружены территориями с низкими z с отрицательной автокорреляцией. Это территории с экстремальным показателем z , притягивающие расположенные рядом территории с низким z . Всего по распределению объема производства выявлено 4 таких территорий (табл. 2).

Таблица 2. Распределение регионов РФ по квадрантам диаграммы рассеяния Морана и квантилям условного распределения показателя $LISA_{ij}$ Table 2. Distribution of regions of the Russian Federation by quadrants of the Moran's scatter diagram and quantiles of the conditional distribution of the indicator $LISA_{ij}$

Регионы			
$q = 0.1$	$q = 0.1...0.2$	$q = 0.2...0.5$	$q = 0.5...0.95$
Камчатский край (ЛН)	Камчатский край (ЛН)	Кировская область (ЛН)	г. Москва (НН)
Костромская область (ЛН)	Костромская область (ЛН)	Хабаровский край (ЛЛ)	Красноярский край (НЛ)
Республика Коми (ЛН)	Республика Коми (ЛН)	Ульяновская область (ЛН)	Свердловская область (НН)
Томская область (ЛН)	Томская область (ЛН)	Ставропольский край (ЛЛ)	Республика Татарстан (НН)

Продолжение табл. 2
Continuation of table 2

Регионы			
$q = 0.1$	$q = 0.1...0.2$	$q = 0.2...0.5$	$q = 0.5...0.95$
Тамбовская область (ЛН)	Тамбовская область (ЛН)	Оренбургская область (ЛН)	Московская область (НН)
Мурманская область (ЛН)	Мурманская область (ЛН)	Рязанская область (ЛН)	г. Санкт-Петербург (НН)
Ивановская область (ЛН)	Ивановская область (ЛН)	Тверская область (ЛН)	
Республика Марий Эл (ЛН)	Республика Марий Эл (ЛН)	Алтайский край (ЛЛ)	
Приморский край (ЛЛ)	Приморский край (ЛЛ)	Удмуртская Республика (ЛН)	
Курская область (ЛН)	Курская область (ЛН)	Ярославская область (ЛН)	
Пензенская область (ЛН)	Пензенская область (ЛН)	Саратовская область (ЛН)	
Архангельская область (ЛН)	Архангельская область (ЛН)	Воронежская область (ЛН)	
Республика Мордовия (ЛН)	Республика Мордовия (ЛН)	Владимирская область (ЛН)	
Чувашская Республика (ЛН)	Чувашская Республика (ЛН)	Иркутская область (ЛЛ)	
Новгородская область (ЛН)	Новгородская область (ЛН)	Новосибирская область (ЛЛ)	
Смоленская область (ЛН)	Смоленская область (ЛН)	Калининградская область (НН)	
Брянская область (ЛН)	Брянская область (ЛН)	Кемеровская область (НН)	
		Вологодская область (НН)	
		Тульская область (НН)	
		Белгородская область (НН)	
		Липецкая область (НН)	
		Калужская область (НН)	
		Тюменская область (НН)	

Окончание табл. 2

End of table 2

Регионы			
$q = 0.1$	$q = 0.1...0.2$	$q = 0.2...0.5$	$q = 0.5...0.95$
		Волгоградская область (НН)	
		Омская область (НН)	
		Ростовская область (НЛ)	
		Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (НН)	
		Ленинградская область (НН)	
		Пермский край (НН)	
		Самарская область (НН)	
		Республика Башкортостан (НН)	
		Краснодарский край (НЛ)	
		Нижегородская область (НН)	
		Челябинская область (НН)	

Территории, лежащие в первом квадранте НН, имеют высокие собственные значения z и окружены территориями с такими же достаточно высокими значениями z . При этом значения z у этих территорий ниже, чем у территорий квадранта НЛ. Всего по распределению объема производства 21 субъект РФ отнесен к квадранту НН. По показателю Wz Республика Беларусь имеет достаточно низкое значение и находится близко к границе квадрантов НН и НЛ, но ввиду того, что это значение положительное, отнесена к квадранту НН.

Территории, лежащие в квадранте ЛН, имеют низкие собственные

значения z и окружены территориями с высокими z , с отрицательной автокорреляцией. К данному типу относятся территории, на которые распространяется влияние территорий из квадрантов НЛ и НН. Всего по распределению объема производства выявлено 32 таких территорий.

Территории, лежащие в квадранте ЛЛ, имеют низкие собственные значения z и окружены территориями также с низкими z , с положительной автокорреляцией. Эти территории практически не испытывают влияния территорий из других квадрантов. Всего по распределению объема производства выявлено 27 таких территорий.

Наличие положительной пространственной автокорреляции (глобальный индекс Морана положителен) и тот факт, что Республика Беларусь находится близко к границе квадрантов НН и НЛ, свидетельствует о потенциальной возможности взаимовлияния РБ с регионами РФ в сфере обрабатывающей промышленности. Это позволяет использовать элементы матрицы силы взаимовлияния отдельных территорий ($LISA_{ij} = z_i z_j w_{ij}$) в качестве меры возможной степени взаимодействия Республики Беларусь с российскими регионами в сфере обрабатывающей промышленности.

При этом наибольшее возможное положительное влияние на сектор обрабатывающей промышленности Республики Беларусь могут оказывать следующие субъекты РФ: г. Санкт-Петербург, Московская область, Республика Татарстан, Свердловская область, Красноярский край, г. Москва, Челябинская область.

Наибольшее возможное отрицательное влияние у субъектов РФ: Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Дагестан, Забайкальский край. Это объясняется тем, что в первую группу вошли крупные промышленные центры России с высокой экономической активностью в области обрабатывающей промышленности, а во вторую – регионы, которые удалены на достаточно большое расстояние от Белоруссии и имеющие достаточно низкие показатели по объемам производства в секторе обрабатывающей промышленности.

Рассчитанные значения $LISA_{ij}$ (индекс 1 относится к РБ, индекс j относится к регионам РФ) возможного положительного и отрицательного взаимовлияния Республики Беларусь с 84 субъектами РФ в секторе обрабатывающей промышленности за 2018 г. показаны на рис. 2. На диаграмме темно-серым цветом показаны субъекты РФ,



Рис. 2. Диаграмма значений показателя степени взаимовлияния Республики Беларусь с субъектами РФ $LISA_{ij}$ (индекс 1 относится к РБ, индекс j относится к регионам РФ) в области обрабатывающей промышленности за 2018 г.

Fig. 2. Diagram of the values of the indicator of the degree of mutual influence of the Republic of Belarus with the subjects of the Russian Federation (index 1 refers to the Republic of Belarus, the index j refers to the regions of the Russian Federation) in manufacturing industry for 2018

имеющие положительное взаимовлияние с Республикой Беларусь ($LISA_{ij} > 0$), и светло-серым цветом – отрицательное взаимовлияние ($LISA_{ij} < 0$).

В настоящее время некоторые возможные взаимодействия регионов РФ и РБ уже реализованы. Например, Республика Беларусь сотрудничает с крупными промышленными центрами РФ, в которых размещены такие предприятия, как ОАО «Силовые машины»; Концерн «РУСЭЛПРОМ»; ООО «УДМЗ»; ОАО «Татэлектромаш»; ООО «СИБЭЛЕКТРОПРИВОД»; ПАО «Автодизель»; ПАО «Тутаевский моторный завод»; ПАО «Северсталь». Эти данные как раз соответствуют результатам анализа матрицы силы взаимовлияния отдельных территорий.

Планируемый переход на новый этап работы Союзного государства позволит увеличить кооперационные связи России и Беларуси и нарастить объем комплектующей продукции, выпускаемой на российских предприятиях и сборку на белорусских заводах, сохранивших технологические традиции и высококвалифицированный персонал. Это даст возможность значительно повысить экспортные поставки высокотехнологичной продукции совместного производства и откроет новые рынки сбыта для нее.

Следует отметить, что индексы Морана дают возможность сделать лишь начальные предположения о наличии пространственных эффектов. Например, положительное значение индекса Морана для распределения объема выпуска в секторе обрабатывающей промышленности лишь означает положительное влияние на этот показатель в определенном регионе объема выпуска в соседних регионах. При этом остается неясным, за счет каких факторов обеспечивается это положительное влияние. Для ответа на этот вопрос необходимо

установление функциональной связи между зависимой и независимыми переменными в виде регрессионной модели. Поэтому следующая часть статьи посвящена выбору и оценке факторов, влияющих на степень взаимодействия Республики Беларусь с 84 российскими регионами в секторе обрабатывающей промышленности на основе показателя $LISA_{ij} = z_1 z_j w_{ij}$ (индекс 1 относится к РБ, индекс j относится к регионам РФ).

4.2. Детерминанты пространственного взаимовлияния регионов РФ и РБ

Регрессионный анализ влияния различных факторов на нормированный показатель $LISA_{ij}$, характеризующий степень возможного взаимовлияния регионов РФ и РБ, проводился с помощью квантильной регрессии, описанной в разделе 3. Применение данного метода обусловлено необходимостью анализировать не только математическое ожидание, но и все условное распределение моделируемой переменной. Это связано с неоднородностью выборочных данных показателя $LISA_{ij}$. То есть между различными группами регионов РФ по их степени взаимовлияния в сфере обрабатывающей промышленности на РБ данное влияние неоднородно. В качестве возможных объясняющих переменных, используемых в регрессионном анализе и влияющих на нормированный показатель $LISA_{ij}$, оценивались экономические, инфраструктурные и институциональные факторы (табл. 3). Отметим, что подобные факторы оценивались в работе [22] при анализе индекса схожести регионов.

Линейная функциональная связь между зависимой и объясняющими переменными для q -квантиля условного распределения показателя $LISA_{ij}$ при заданных детерминантах x выражается в виде:

Таблица 3. Обозначение и описание объясняющих переменных, используемых в регрессионном анализе

Table 3. Designation and description of explanatory variables used in regression analysis

Переменная	Описание
$\ln(\Delta ZP)$	Логарифм модуля разницы между реальной заработной платы на душу населения, руб.
$\ln(\Delta IOPI)$	Логарифм модуля разницы инвестиций в обрабатывающее производство на душу населения, руб.
$\ln(\Delta ZIN)$	Логарифм модуля разницы затрат на научные исследования и разработки, млн руб. /1000 чел.
$\ln(\Delta URB)$	Логарифм модуля разницы уровня урбанизации (%)
$\ln(\Delta POP)$	Логарифм модуля разницы численности населения (тыс. чел.)
$\ln(\Delta ERP)$	Логарифм модуля разницы количества зарегистрированных преступлений на 10 000 человек
$\ln(\Delta VOBR)$	Логарифм модуля разницы процента занятых с высшим образованием в общей структуре занятых
$(\ln RAS)$	Логарифм расстояния от центров регионов РФ с центром РБ (км)
$\ln(\Delta PLGD)$	Логарифм модуля разницы между плотностями железнодорожных путей общего пользования на 10 000 км ² в среднем за год
$\ln(\Delta PLAD)$	Логарифм модуля разницы между плотностями автомобильных дорог общего пользования на 10 000 км ² в среднем за год

Примечание: все переменные (кроме расстояния от центров регионов) определены в разностях между соответствующими переменными регионов РФ с РБ.

$$\mu_q(LISA_{ij}|x) = f_q(\Delta(\ln ZP), \Delta(\ln IOC), \Delta(\ln ZIN), \Delta(\ln URB), \Delta(\ln POP), \Delta(\ln ERP), \Delta(\ln VOBR), (\ln RAS), \Delta(\ln PLGD), \Delta(\ln PLAD)). \quad (5)$$

Оценка параметров регрессионного уравнения, аппроксимирующего функциональную связь (5), осуществлялась минимизацией целевой функции (уравнение (4)) методами линейного программирования. Результаты оценки параметров регрессионного уравнения для нескольких q -квантилей условного распределения¹ показателя $LISA_{ij}$, полученного на основе весовой матрицы экономической активности регионов,

¹ В дальнейшем фразу «условное распределение» для краткости будем опускать.

приведены в табл. 4. Так как подавляющее большинство значений нормированного показателя $LISA_{ij}$ (принимающего значения от 0 до 1) сосредоточено в интервале от 0 до 0.5, то в табл. 4 приведены значения для квантилей уровня $q=0.1...0.5$.

Следует отметить, что ввиду неоднородности выборки наблюдений показателя $LISA_{ij}$ в регрессионном анализе использовалась устойчивая к гетероскедастичности оценка ковариационной матрицы стандартных ошибок коэффициентов [16].

Так как форма исходной регрессионной модели является линейно-логарифмической, то интерпретация коэффициентов происходит следующим образом:

Таблица 4. Результаты оценки квантильной регрессии

Table 4. Results of quantile regression estimation

Объясняющие переменные	$q = 0.1$	$q = 0.2$	$q = 0.5$
$\ln(\Delta ZP)$	-0.134* (0.071)	-0.096 (0.128)	0.036 (0.138)
$\ln(\Delta IOP)$	-2.002** (0.435)	-2.008 (1.438)	-4.458** (1.268)
$\ln(\Delta ZIN)$	0.224* (0.123)	0.166 (0.116)	0.458** (0.146)
$\ln(\Delta URB)$	-0.254** (0.063)	-0.267** (0.091)	-0.114 (0.081)
$\ln(\Delta POP)$	-8.821** (0.497)	-9.191** (1.297)	-17.491** (6.253)
$\ln(\Delta ERP)$	-0.556 (0.455)	-0.475 (0.491)	-0.098 (0.251)
$\ln(\Delta VOB)$	-0.015 (0.109)	-0.186* (0.103)	-0.116 (0.203)
$(\ln RAS)$	-0.913*** (0.172)	-0.761*** (0.241)	-1.261*** (0.431)
$\ln(\Delta PLGD)$	-0.117 (0.124)	-0.113 (0.189)	-0.463** (0.219)
$\ln(\Delta PLAD)$	-0.737*** (0.144)	-0.441 (0.369)	0.241 (0.167)
_const	11.089*** (4.109)	12.089*** (4.901)	22.021*** (5.801)

Примечание: уровень значимости* соответствует 10%, уровень значимости** соответствует 5%, уровень значимости*** соответствует 1%. В скобках указаны робастные стандартные отклонения. Зависимая переменная $LISA_{ij}$.

изменение регрессионного фактора на 1% приводит к изменению q -квантиля показателя $LISA_{ij}$ на 1/100 единицы. Например, рост разности модуля уровня урбанизации между регионами РФ и РБ приводит к уменьшению их степени взаимовлияния на 0.254/100 для q -квантиля уровня 0.1. Отталкиваясь от определения q -квантиля уровня 0.1, это означает, что вышеприведенный результат относится к группе регионов РФ, степень взаимовлияния которых с РБ $LISA_{ij}$ находится в интервале

от 0 до 10% (табл. 2). Более существенное влияние на q -квантиль переменной $LISA_{ij}$ оказывают переменные, связанные с разницей численности населения (-8.821/100) и инвестициями в обрабатывающее производство (-2.002/100) для квантиля $LISA_{ij}$ уровня $q=0.1$.

Из данных табл. 4 видно, что коэффициенты регрессии зависят от уровня q -квантиля зависимой переменной. Например, разница между реальной заработной платой на душу населения является существенной переменной

для регионов, относящихся к q -квантилю уровня 0.1 (при уровне значимости 10%) и несущественной для регионов с q -квантилем уровней 0.2 и 0.5 . То же самое относится к переменным $\ln(|\Delta IOP|)$, $\ln(|\Delta ZIN|)$, $\ln(|\Delta URB|)$, $\ln(|\Delta VOBR|)$, $\ln(|\Delta PLGD|)$, $\ln(|\Delta PLAD|)$. Переменная, связанная с разницей количества зарегистрированных преступлений на 10000 человек, является несущественной для регионов, принадлежащих q -квантилям всех уровней.

В качестве примера на рис. 3 приведены оценки квантильной регрессии для коэффициентов при переменных $\ln(|\Delta POP|)$ и $\ln(|\Delta IOP|)$ для различных значений q .

График показывает изменение этих коэффициентов в зависимости от q . Для сравнения пунктиром показаны МНК-оценки этих коэффициентов, не зависящие от значений q . Данные результаты свидетельствуют о гетероскедастичности выборочных наблюдений показателя $LISA_{ij}$ и оправдывают применение инструментария в виде квантильной

регрессии, так как, сосредоточиваясь только на функции условного среднего, регрессия МНК предоставляет неполное описание совместного распределения зависимой и объясняющей переменной.

Интересным полученным результатом является то что, разница между реальной заработной платой на душу населения между регионами РФ и РБ не влияет на степень их возможного взаимовлияния для q -квантилей уровней 0.2 и 0.5 . Так как реальная заработная плата связана с уровнем цен в субъектах, то последний не оказывает влияния на возможное взаимодействие регионов РФ, степень взаимовлияния которых с РБ находится в интервале от 0 до 10% . Положительное влияние на взаимодействие регионов РФ и РБ оказывает разница между затратами на научные исследования и разработки для регионов с q -квантилями уровней 0.1 и 0.5 (табл. 4), что свидетельствует о том, что распространение знаний является драйвером взаимодействия регионов.

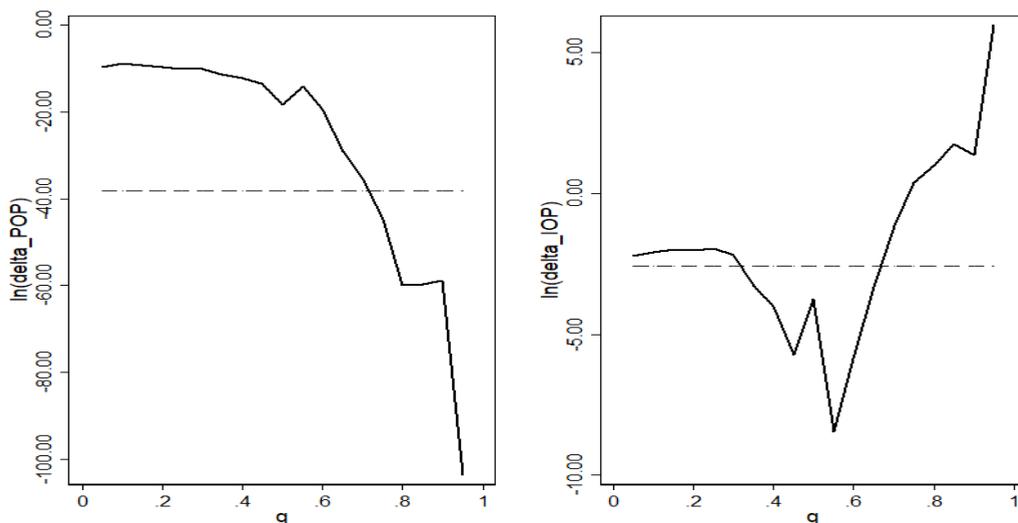


Рис. 3. Оценки квантильной регрессии для коэффициентов при переменных $\ln(|\Delta POP|)$ и $\ln(|\Delta IOP|)$ для различных значений q . Пунктиром показана оценка МНК этих коэффициентов

Fig. 3. Quantile regression estimates for coefficients with variables and for different values. The dotted line shows the OLS estimate of these coefficients

Как следует из данных табл. 4, контрольные переменные, связанные с инфраструктурой регионов РФ и РБ, такие как разница между плотностями железнодорожных путей общего пользования и разница между плотностями автомобильных дорог, являются существенными не для всех q -квантилей. Но расстояние между центрами регионов РФ и РБ влияет на их возможное взаимодействие для q -квантилей всех уровней.

Таким образом, инструментарий квантильной регрессии позволяет оценивать влияние различных факторов на степень возможного взаимовлияния регионов ($LISA_{ij}$), ранжированных по группам в определенном интервале этого показателя.

5. Выводы

В итоге проведенных исследований оценены уровни возможного межтерриториального взаимодействия регионов Российской Федерации и Республики Беларусь в сфере обрабатывающей промышленности и исследованы факторы, влияющие на это взаимодействие.

Оценены пространственные особенности распределения объема выпуска в секторе обрабатывающей промышленности среди территорий России и Белоруссии методом пространственной автокорреляции (с помощью индексов Морана). Выполненные исследования и полученные оценки степени

межрегионального взаимовлияния подтверждают справедливость сформулированной гипотезы о том, что именно показатель $LISA_{ij} = z_1 z_j w_{1ij}$ является идеальной прокси-переменной, характеризующей степень взаимовлияния регионов указанных стран в сфере обрабатывающей промышленности. С помощью инструментария квантильной регрессии изучено влияние экономических, инфраструктурных и институциональных факторов на уровень возможного взаимодействия регионов указанных стран в сфере обрабатывающей промышленности.

Полученным результатам моделирования дана содержательная интерпретация. Практическая значимость исследования заключается в возможности с помощью предлагаемого подхода проводить мониторинг экономических связей и находить перспективные направления для их активизации. Направлением дальнейших исследований может быть расширение модельно-методического инструментария исследования взаимодействия макрорегионов России с территориальными образованиями Республики Беларусь. Результаты работы могут быть использованы органами государственной власти при формировании планов развития экономического взаимодействия территорий, входящих в Союзное государство.

Список использованных источников

1. Марков Л. С. Пространственное развитие российской экономики // Совет директоров Сибири. 2012. № 1. С. 18–19.
2. Кузнецов С. В., Межевич Н. М., Лачининский С. С. Пространственные возможности и ограничения модернизации российской экономики: пример Северо-Западного макрорегиона // Экономика региона. 2015. № 3. С. 25–38.
3. Николаев М. А., Махотаева М. Ю. Роль территориального фактора в экономической динамике // Экономист. 2015. № 3. С. 42–49. DOI: 10.17059/2015-3-3.
4. Николаев М. А., Махотаева М. Ю. Методические аспекты межрегионального взаимодействия субъектов Российской Федерации // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2012. № 2–2. С. 53–60.

5. Марков Л. С. Теоретико-методологические основы кластерного подхода. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2015. 300 с.
6. Conley T. G., Ligon E. Economic distance and crosscountry spillovers // *Journal of Economic Growth*. 2002. Vol. 7, No. 2. Pp. 157–187.
7. Le Gallo J. Space-time analysis of GDP disparities among European regions: a Markov chains approach // *International Regional Science Review*. 2004. Vol. 27, No. 2. Pp. 138–163. DOI: 10.1177/0160017603262402.
8. Moreno R., Trehan B. Location and the growth of nations // *Journal of Economic Growth*. 1997. Vol. 2. Pp. 399–418. DOI: 10.1023/A:1009741426524.
9. Rey S. J., Montouri B. D. U.S. regional income convergence: a spatial econometric perspective // *Regional Studies*. 1999. Vol. 33, No. 2. Pp. 143–156. DOI: 10.1080/00343409950122945.
10. Hanson G. H. Market Potential, Increasing Returns and Geographic Concentration // *Journal of International Economics*. 2005. Vol. 67, No. 1. Pp. 1–24.
11. Krugman P. First Nature, Second Nature, and Metropolitan Location // *Journal of Regional Science*. 1993. Vol. 33, No. 2. Pp. 129–144. DOI: 10.1111/j.1467–9787.1993.tb00217.x.
12. Fujita M., Krugman P. The New Economic Geography: Past, Present and the Future // *Papers in Regional Science*. 2004. Vol. 83, No. 1. Pp. 139–164. DOI: 10.1007/s10110-003-0180-0.
13. Минакир П. А. Российское экономическое пространство. Стратегические тупики // *Экономика региона*. 2019. Т. 15, Вып. 4. С. 967–980. DOI: 10.17059/2019-4-1.
14. Петров М. Б., Курушина Е. В. Методология управления пространственным развитием на основе межрегиональной интеграции // *Журнал экономической теории*. 2018. Т. 15, № 4. С. 592–606. DOI: 10.31063/2073–6517/2018.15–4.5.
15. Лаврикова Ю. Г., Акбердина В. В., Суворова А. В. Согласование приоритетов научно-технологического и пространственного развития индустриальных регионов // *Экономика региона*. 2019. Т. 15, № 4. С. 1022–1035. DOI: 10.17059/2019-4-5.
16. Лаврикова Ю. Г., Андреева Е. Л., Патнер А. В. Влияние внешнеэкономической деятельности на региональное развитие: компаративный анализ российского и зарубежного опыта // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2020. Т. 13, № 6. С. 54–67. DOI: 10.15838/esc.2020.6.72.3.
17. Демидова О. А., Иванов Д. С. Модели экономического роста с неоднородными пространственными эффектами (на примере российских регионов) // *Экономический журнал высшей школы экономики*. 2016. Т. 20, № 1. С. 52–75.
18. Дубровская Ю. В. Инструменты и институты активизации межрегионального взаимодействия в отечественной экономике // *Вестник Омского университета*. 2017. № 4 (60). С. 34–44. DOI: 10.25513/1812–3988.2017.4.34–44.
19. Турыгин О. М. Внутренние источники увеличения финансирования инвестиций в основной капитал компаний // *Экономика региона*. 2018. Т. 14, № 4. С. 1498–1511. DOI: 10.17059/2018-4-34.
20. Наумов И. В. Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах формирования инвестиционного потенциала территорий методами пространственного моделирования // *Экономика региона*. 2019. Т. 15, № 3. С. 720–735. DOI: 10.17059/2019-3-8.
21. Наумов И. В. Роль финансовых ресурсов банковского сектора экономики в социально-экономическом развитии регионов России // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2020. Т. 13, № 6. С. 152–168. DOI: 10.15838/esc.2020.6.72.9.
22. Мариев О. С., Тепляков Н. С. Эконометрическое моделирование влияния распространения знаний на сравнительные преимущества регионов // *Журнал экономической теории*. 2020. Т. 17, № 4. С. 811–819. DOI: 10.31063/2073–6517/2020.17–4.6.
23. Moran P. Notes on Continuous Stochastic Phenomena // *Biometrika*. 1950. Vol. 37, Issue 1–2. Pp. 17–23. DOI: 10.1093/biomet/37.1–2.17.

24. *Anselin L., Gallo J. L., Jayet H.* Spatial panel econometrics // In: *The Econometrics of Panel Data* / Edited by L. Matyas, P. Sevestre. Springer, 2008. Pp. 625–660. DOI: 10.1007/978-3-540-75892-1_19.

25. *Аверина Л. М., Сиротин Д. В.* Оценка пространственных эффектов от инновационной активности промышленно развитых регионов РФ // *Экономика региона*. 2020. Т. 16, № 1. С. 268–282. DOI: 10.17059/2020-1-20.

26. *Koenker R., Hallock K.* Quantile regression // *Journal of Economic Perspectives*. 2001. Vol. 15, Issue 4. Pp. 143–156. DOI: 10.1257/jep.15.4.143.

27. *Cameron A. C., Trivedi P. K.* *Microeconometrics: Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press, 2005. 1152 p.

28. *Koenker R.* *Quantile Regression*. New York: Cambridge University Press, 2005.

29. *Hunter D. R., Lange K.* Quantile regression via an MM algorithm // *Journal of Computational and Graphical Statistics*. 2000. Vol. 9. Pp. 60–77. DOI: 10.2307/1390613.

30. *FrÖolich M., Melly B.* Estimation of quantile treatment effects with Stata // *Stata Journal*. 2010. Vol. 10, Issue 3. Pp. 423–457. DOI: 10.1177/1536867X1001000309.

31. *Orsini N., Bottai M.* Logistic quantile regression in Stata // *Stata Journal*. 2011. Vol. 11, Issue 3. Pp. 327–344. DOI: 10.22004/ag.econ.196673.

32. *Серков Л. А., Кожов К. Б.* Межрегиональное распределение энергетического потенциала на основе пространственной автокорреляции // *Журнал экономической теории*. 2020. Т. 17, № 4. С. 799–810. DOI: 10.31063/2073–6517/2020.17–4.5.

33. *Павлов Ю. Н., Королева Е. Н.* Пространственные взаимодействия: оценка на основе глобального и локального индексов Морана // *Пространственная экономика*. 2014. № 3. С. 95–110. DOI: 10.14530/se.2014.3.95–110.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Серков Леонид Александрович

Кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра развития и размещения производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID 0000-0002-3832-3978; e-mail: serkov.la@uiec.ru.

Петров Михаил Борисович

Доктор технических наук, доцент, руководитель Центра развития и размещения производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID 0000-0002-3043-6302; e-mail: petrov.mb@uiec.ru.

Кожов Константин Борисович

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Центра развития и размещения производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID 0000–0003–3694–564X; e-mail: jefytt11@mail.ru.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 20-510-0002 (Бел_а) «Инструментарий оценки взаимодействия регионов России и Беларуси в промышленно-технологическом развитии и обоснования его приоритетов в условиях углубления интеграционных процессов и глобальных вызовов».

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Серков Л. А., Петров М. Б., Кожов К. Б. Пространственное моделирование взаимодействия регионов Российской Федерации и Республики Беларусь в сфере обрабатывающей промышленности // *Journal of Applied Economic Research*. 2021. Т. 20, № 2. С. 217–240. DOI: 10.15826/vestnik.2021.20.2.010.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 17 февраля 2021 г.; дата поступления после рецензирования 11 апреля 2021 г.; дата принятия к печати 14 мая 2021 г.

Modeling the Interaction of the Regions of Russia and the Republic of Belarus in the Sphere of the Processing Industry

L. A. Serkov  , M. B. Petrov , K. B. Kozhov 

*Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Ekaterinburg, Russia*
 *serkov.la@uiec.ru*

Abstract. In connection with the processes of the formation of the Union State of Russia and Belarus, the relevance of conducting a study of economic, infrastructural and institutional factors affecting the change in the level of economic interaction between the regions of the Russian Federation and the Republic of Belarus is increasing. The aim of the work is to carry out spatial modeling of the possible interaction of the regions of the Russian Federation and the Republic of Belarus in the manufacturing industry and to assess the factors affecting this interaction. The main hypothesis of the study is the assumption that the elements of the matrix of interregional interactions are proxy variables that characterize the degree of this interaction. At the first stage, the spatial distribution of the volume of output in the manufacturing sector of the regions of the two countries is investigated in order to assess possibilities of interaction between the regions in this sector. In modeling, the Republic of Belarus is considered as a separate region within the Union State. Calculations of the global and local Moran's indices have been carried out and possible spatial autocorrelations have been determined, both between the regions of the Russian Federation and between the regions of these two countries. In this study, economic indicators calculated on the basis of inverse values of the difference in interregional gross regional products were selected as elements of the weight matrix. At the second stage, the influence of economic, infrastructural and institutional factors on the indicator characterizing the degree of possible interaction of the regions of the two countries in the manufacturing industry was studied. Using quantile regression, the influence of economic, infrastructural and institutional factors on this investigated indicator was studied. The use of this approach makes it possible to substantiate the priority directions of economic development of the territories within the framework of the Union State and, in particular, to search for centers of attraction of resources and spheres of their influence on the territory. The results of the work can be used in preparation of strategies, programs and schemes for the placement and development of industries, taking into account the potential of a new level of integration of the economies of Russia and Belarus.

Key words: region; interregional connections; spatial autocorrelation; Moran's index; spatial development; quantile regression.

JEL Q41, L94, C23, R12

References

1. Markov, L. S. (2012). Prostranstvennoe razvitie rossiiskoi ekonomiki [Spatial development of the Russian economy]. *Sovet direktorov Sibiri [Board of Directors of Siberia]*, No. 1. 18–19. (In Russ.).
2. Kuznetsov, S. V., Mezhevich, N. M., Lachininsky, S. S. (2015). Prostranstvennyye vozmozhnosti i ogranicheniia modernizatsii rossiiskoi ekonomiki: primer Severo-Zapadnogo makroregiona (The Spatial Recourses and Limitations of the Russian Economy Modernization: the Example of the North-West Macro Region). *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, No. 3, 25–38. (In Russ.).

3. Nikolaev, M. A., Makhotaeva, M. Iu. (2015). Rol territorial'nogo faktora v ekonomicheskoi dinamike [Role of the territorial factor in economic dynamics]. *Ekonomist (Economist)*, No. 3, 42–49. (In Russ.). DOI: 10.17059/2015-3-3
4. Nikolaev, M. A., Makhotaeva, M. Yu. (2012). Metodicheskie aspekty mezhregionalnogo vzaimodeistviia subyektov Rossiiskoi Federatsii [Methodological aspects of interregional cooperation between the regions of the Russian Federation]. *Nauchno-tekhnichestkie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta (St Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics)*, No. 2–2, 53–60. (In Russ.).
5. Markov, L. S. (2015). *Teoretiko-metodologicheskie osnovy klaster'nogo podkhoda [Theoretical and methodological fundamentals of the cluster approach]*. Novosibirsk, IEOPP SO RAN. (In Russ.).
6. Conley, T. G., Ligon, E. (2002). Economic distance and cross-country spillovers. *Journal of Economic Growth*, Vol. 7, No. 2, 157–187.
7. Le Gallo, J. (2004). Space-time analysis of GDP disparities among European regions: a Markov chains approach. *International Regional Science Review*, Vol. 27, No. 2, 138–163. DOI: 10.1177/0160017603262402.
8. Moreno, R., Trehan, B. (1997). Location and the growth of nations. *Journal of Economic Growth*, Vol. 2, 399–418. DOI: 10.1023/A:1009741426524.
9. Rey, S. J., Montouri, B. D. (1999). U.S. regional income convergence: a spatial econometric perspective. *Regional Studies*, Vol. 33, No. 2, 143–156. DOI: 10.1080/00343409950122945.
10. Hanson, G. H. (2005). Market Potential, Increasing Returns and Geographic Concentration. *Journal of International Economics*, Vol. 67, No. 1, 1–24.
11. Krugman, P. (1993). First Nature, Second Nature, and Metropolitan Location. *Journal of Regional Science*, Vol. 33, No. 2, 129–144. DOI: 10.1111/j.1467-9787.1993.tb00217.x.
12. Fujita, M., Krugman, P. (2004). The New Economic Geography: Past, Present and the Future. *Papers in Regional Science*, Vol. 83, No. 1, 139–164. DOI: 10.1007/s10110-003-0180-0.
13. Minakir, P. A. (2019). Rossiiskoe ekonomicheskoe prostranstvo. Strategicheskie tupiki (Russian Economic Space: Strategic Impasses). *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, Vol. 15, Issue 4, 967–980. (In Russ.). DOI: 10.17059/2019-4-1.
14. Petrov, M. B., Kurushina, E. V. (2018). Metodologiya upravleniya prostranstvennym razvitiem na osnove mezhregionalnoi integratsii (Methodology of managing the spatial development based on the interregional integration). *Zhurnal ekonomicheskoi teorii (Journal of Economic Theory)*, Vol. 15, No. 4, 592–606. (In Russ.). DOI: 10.31063/2073-6517/2018.15-4.5.
15. Lavrikova, Iu. G., Akberdina, V. V., Suvorova, A. V. (2019). Soglasovanie prioritetov nauchno-tehnologicheskogo i prostranstvennogo razvitiia industrial'nykh regionov (Coordinating the priorities of scientific, technological and spatial development of industrial regions). *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, Vol. 15, No. 4, 1022–1035. (In Russ.). DOI: 10.17059/2019-4-5.
16. Lavrikova, Iu. G., Andreeva, E. L., Ratner, A. V. (2020). Vliianie vneshneekonomicheskoi deyatel'nosti na regional'noe razvitiie: komparativnyi analiz rossiiskogo i zarubezhnogo opyta (The Impact of Foreign Economic Activity on Regional Development: Comparative Analysis of Russian and Foreign Experience). *Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz (Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast)*, Vol. 13, No. 6, 54–67. (In Russ.). DOI: 10.15838/esc.2020.6.72.3.
17. Demidova, O. A., Ivanov, D. S. (2016). Modeli ekonomicheskogo rosta s neodnorodnymi prostranstvennymi efektami (na primere rossiiskikh regionov) (Models of Economic Growth with Heterogenous Spatial Effects: The Case of Russian Regions). *Ekonomicheskii zhurnal vysshei shkoly ekonomiki (HSE Economic Journal)*, Vol. 20, No. 1, 52–75. (In Russ.).
18. Dubrovskaya, Iu. V. (2017). Instrumenty i instituty aktivizatsii mezhregional'nogo vzaimodeistviia v otechestvennoi ekonomike (Instruments and institutions of inter-regional interaction activation in the Russian economy). *Vestnik Omskogo universiteta (Herald of Omsk University)*, No. 4 (60), 34–44. (In Russ.). DOI: 10.25513/1812-3988.2017.4.34-44.

19. Turygin, O.M. (2018). Vnutrennie istochniki uvelicheniia finansirovaniia investitsii v osnovnoi kapital kompanii (Internal Sources to Increase Financing for Fixed Investments in a Company). *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, Vol. 14, No. 4, 1498–1511. (In Russ.). DOI:10.17059/2018-4-34.
20. Naumov, I.V. (2019). Issledovanie mezhregionalnykh vzaimosviazei v protsessakh formirovaniia investitsionnogo potentsiala territorii metodami prostranstvennogo modelirovaniia (Investigation of the Interregional Relationships in the Processes of Shaping the Territories Investment Potential Using the Methods of Spatial Modelling). *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, Vol. 15, No. 3, 720–735. (In Russ.). DOI: 10.17059/2019-3-8.
21. Naumov, I.V. (2020). Rol finansovykh resursov bankovskogo sektora ekonomiki v sotsialno-ekonomicheskom razvitiu regionov Rossii (Role of financial resources of the economy's banking sector in Russian regions' socio-economic development). *Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz (Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast)*, Vol. 13, No. 6, 152–168. (In Russ.). DOI: 10.15838/esc.2020.6.72.9
22. Mariev, O.S., Teplyakov, N.S. (2020). Ekonometricheskoe modelirovanie vliianiia rasprostraneniia znaniia na sravnitelnye preimushchestva regionov (Econometric modelling of the impact of knowledge diffusion and other factors on exports of Russian regions). *Zhurnal ekonomicheskoi teorii (Journal of Economic Theory)*, Vol. 17, No. 4, 811–819. (In Russ.). DOI: 10.31063/2073–6517/2020.17–4.6.
23. Moran, P. (1950). Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika*, Vol. 37, Issue 1–2, 17–23. DOI: 10.1093/biomet/37.1–2.17.
24. Anselin, L., Gallo, J.L., Jayet, H. (2008). Spatial panel econometrics. In: *The Econometrics of Panel Data*. Edited by L. Matyas, P. Sevestre. Springer, 625–660. DOI: 10.1007/978-3-540-75892-1_19.
25. Averina, L.M., Sirotin, D.V. (2020) Otsenka prostranstvennykh effektov ot innovatsionnoi aktivnosti promyshlenno razvitykh regionov RF (Assessment from Spatial Effects of Innovation Activities in the Industrialized Russian Regions). *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, Vol. 16, No. 1, 268–282. (In Russ.). DOI: 10.17059/2020-1-20.
26. Koenker, R., Hallock, K. (2001). Quantile regression. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, Issue 4, 143–156. DOI: 10.1257/jep.15.4.143.
27. Cameron, A.C., Trivedi, P.K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. New York, Cambridge University Press, 1152 p.
28. Koenker, R. (2005). *Quantile Regression*. New York, Cambridge University Press.
29. Hunter, D.R., Lange, K. (2000). Quantile regression via an MM algorithm. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 9, 60–77. DOI: 10.2307/1390613.
30. Frölich, M., Melly, B. (2010). Estimation of quantile treatment effects with Stata. *Stata Journal*, Vol. 10, Issue 3, 423–457. DOI: 10.1177/1536867X1001000309.
31. Orsini, N., Bottai, M. (2011). Logistic quantile regression in Stata. *Stata Journal*, Vol. 11, Issue 3, 327–344. DOI: 10.22004/ag.econ.196673.
32. Serkov, L.A., Kozhov, K.B. (2020). Mezhregionalnoe raspredelenie energeticheskogo potentsiala na osnove prostranstvennoi avtokorrelatsii (Interregional Distribution of Energy Potential Based on Spatial Autoregression). *Zhurnal ekonomicheskoi teorii (Journal of Economic Theory)*, Vol. 17, No. 4, 799–810. (In Russ.). DOI: 10.31063/2073–6517/2020.17–4.5.
33. Pavlov, Iu.N., Koroleva, E.N. (2014). Prostranstvennyye vzaimodeistviia: otsenka na osnove global'nogo i lokalnogo indeksov Morana (Spatial interactions: Evaluation with the help of global and local Moran's Index). *Prostranstvennaia ekonomika (Spatial Economics)*, No. 3, 95–110. (in Russ.). DOI: 10.14530/se.2014.3.95–110.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Serkov Leonid Aleksandrovich

Candidate of Physic and Mathematic Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Center for Development and Location of Productive Forces, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID 0000-0002-3832-3978; e-mail: serkov.la@uieec.ru.

Petrov Mikhail Borisovich

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Center for Development and Location of Productive Forces, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID 0000-0002-3043-6302; e-mail: michpetrov@mail.ru.

Kozhov Konstantin Borisovich

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher? Center for Development and Location of Productive Forces, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID 0000-0003-3694-564X; e-mail: jefytt11@mail.ru.

ACKNOWLEDGMENTS

The study was supported by the RFBR grant 20-510-0002 (Bel_a) «Tools for assessing the interaction of the regions of Russia and Belarus in industrial and technological development and substantiating its priorities in the context of deepening integration processes and global challenges».

FOR CITATION

Serkov L. A., Petrov M. B., Kozhov K. B. Modeling the Interaction of the Regions of Russia and the Republic of Belarus in the Sphere of the Processing Industry. *Journal of Applied Economic Research*, 2021, Vol. 20, No. 2, 217–240. DOI: 10.15826/vestnik.2021.20.2.010.

ARTICLE INFO

Received February 17, 2021; Revised April 11, 2021; Accepted May 14, 2021.

