



DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2021.2.1>

UDC 332.1
LBC 65.04

Submitted: 11.03.2021
Accepted: 25.03.2021

METHODOLOGICAL ASSESSMENT TOOLS OF SPATIAL INTERACTIONS¹

Svetlana S. Patrakova

Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda, Russian Federation

Abstract. At present, the effective and rational use of the spatial factor is one of the conditions for economic growth and development of territories. The article is devoted to the assessment of spatial interactions and systematization of the existing methodological tools for this purpose. In the course of the study, it is determined that spatial interactions are a process of movement between the “source” and the “receiver” of various objects (goods, people, transport, information, etc.). The conditions for the emergence and development of interactions in the economic space are highlighted. Based on foreign and domestic works on the problems of the research, two groups of methods for assessing spatial interactions (heuristic and economic-mathematical) are identified and characterized. The basic directions and mandatory stages of spatial interaction assessment, despite the chosen tools, are highlighted. It is determined that the coordinated use of modern tools of spatial econometrics, coupled with heuristic methods, will contribute to obtaining the most adequate and objective results. The results obtained contribute to the development of ideas about the spatial economy and can be used in the implementation of government policies in the field of spatial and regional development, as well as by researchers and other stakeholders in the assessment of spatial interactions. In the next stages of the work, it is planned to analyze the spatial interactions of Russian regions using the tools of modern spatial econometrics.

Key words: spatial interactions, economic space, econometrics, modeling, tools.

Citation. Patrakova S.S. Methodological Assessment Tools of Spatial Interactions. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2021, vol. 23, no. 2, pp. 5-16. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2021.2.1>

УДК 332.1
ББК 65.04

Дата поступления статьи: 11.03.2021
Дата принятия статьи: 25.03.2021

МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ¹

Светлана Сергеевна Патракова

Вологодский научный центр РАН, г. Вологда, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время эффективное и рациональное использование пространственного фактора является одним из условий экономического роста и развития территорий. Статья посвящена вопросам оценки пространственных взаимодействий и систематизации существующего для этого методического инструментария. В ходе исследования определено, что пространственные взаимодействия представляют собой процесс перемещения между «источником» и «приемником» различных объектов (товаров, людей, транспорта, информации и т. д.). Выделены условия возникновения и развития взаимодействий в экономическом пространстве. С опорой на зарубежные и отечественные работы по проблематике исследования выявлены и

охарактеризованы две группы методов оценки пространственных взаимодействий (эвристических и экономико-математических). Выделены базовые направления и обязательные (несмотря на выбираемый инструментарий) этапы оценки пространственных взаимодействий. Определено, что получению наиболее адекватных и объективных результатов будет способствовать согласованное использование современных инструментов пространственной эконометрики в купе с эвристическими методами. Полученные результаты вносят вклад в развитие представлений о пространственной экономике и могут быть использованы в рамках реализации политики органов власти в области пространственного и регионального развития, а также научными сотрудниками и другими заинтересованными лицами при оценке пространственных взаимодействий. На следующих этапах работы предполагается провести анализ пространственных взаимодействий российских регионов с использованием инструментария современной пространственной эконометрики.

Ключевые слова: пространственные взаимодействия, экономическое пространство, эконометрика, моделирование, инструменты.

Цитирование. Патракова С. С. Методический инструментарий оценки пространственных взаимодействий // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 5–16. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2021.2.1>

Введение

Повышение благосостояния общества, снижение межрегиональной дифференциации, создание комфортных условий для жизни и работы населения в городе и на селе, рост инвестиционной привлекательности территорий и реализация многих других стратегических аспектов государственной политики невозможны без учета пространственной составляющей.

В советский период отечественные исследователи добились значительных успехов в развитии методологии региональной и пространственной экономики, экономической географии, а также воплощении в жизнь масштабных проектов размещения производительных сил. Так, И.Г. Александровым совместно с Г.М. Кржижановским были проведены исследования по экономическому районированию СССР, а также разработаны научные основы концепции энергопроизводственных циклов и территориально-производственных комплексов (в дальнейшем развитые Н.Н. Колозовским) [Кожевников, 2019]. Вопросы строительства центров будущих крупных общехозяйственных комплексов в верховье Енисея и бассейне Амура (промышленных, угольно-металлургических баз и гидроузлов) были в фокусе исследований академика В.С. Немчинова. Над проблематикой районирования территорий и географии городов, развитием концепции экономического каркаса активно работал Н.Н. Баранский [Кожевников, 2019; Экономика современной ... , 2020]. В целом в работах

советских ученых был поставлен четкий акцент на обеспечении связанности территорий (в том числе посредством транспортной инфраструктуры), развитии сети базовых и опорных городов, интенсивном освоении территорий (особенно Севера, Сибири), индустриализации страны, развитии цепочек создания добавленной стоимости.

Однако распад СССР и рыночные реформы 90-х гг. XX в. запустили процесс активных трансформаций в экономическом пространстве. При всей неоднозначности последствий, по мнению ученых, «за годы реформы страна по уровню социально-экономического развития оказалась отброшенной на десятилетия назад, а по некоторым показателям – в дореволюционный период» [Белая книга ...].

Результаты исследований отечественных и зарубежных ученых [Вардомский, 2009; Гранберг, 2001; Кляйн, 2009; Нефедова, 2013; Stiglitz] подтверждают, что в экономическом пространстве России и ее регионов в постсоветский период резко обозначился центростремительный вектор развития, усилились меж- и внутрирегиональная неоднородность и диспаритет между секторами / отраслями экономики, многократно усилилась дифференциация доходов населения, сократились объемы производства сельскохозяйственной и промышленной продукции, снизилась доля наукоемких производств в экономике и т. д. Часть межрегиональных связей (товарных, миграционных и др. потоков) и взаимодействий ослабли и даже оказались на грани разрыва, хотя именно пространственные взаимодействия меж-

ду регионами являются важным источником развития производственной структуры и экономического потенциала, повышения темпов и качества экономического роста страны. Необходимо отметить, что ряд вышеобозначенных проблем сохраняется до сих пор, что зафиксировано в Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года.

Эти и многие другие факты свидетельствуют о необходимости развития пространственной тематики в научных исследованиях с целью повышения качества управления пространственным развитием России и ее регионов.

Целью данной работы является исследование и систематизация методического инструментария оценки пространственных взаимодействий. Методологической основой стали труды отечественных и зарубежных ученых в области региональной и пространственной экономики, пространственной эконометрики и пространственного моделирования. При проведении исследования использовались методы контент-анализа отечественной и зарубежной литературы по тематике исследования, индукции и дедукции, анализа и синтеза получаемой информации.

Результаты и обсуждение

Вся современная экономика (как на глобальном, так и на локальном уровне) – это сеть и, соответственно, чем более устойчивы, интенсивны и разнообразны будут взаимодействия между ее элементами, тем динамичнее она будет развиваться. Переходя от интерпретации сущности экономики как совокупности дискретных объектов к трактовке как пространства отношений, действий, процессов, обладающих свойствами непрерывности, взаимообусловленности, субординированности [Иванов и др., 2015], академик А.Г. Гранберг отмечал, что и «экономика России – не монообъект, а пространственный (многорегиональный) организм, функционирующий на основе вертикальных (центр – регионы) и горизонтальных (межрегиональных) экономических взаимодействий и входящий в систему мирохозяйственных связей» [Стратегия макрорегионов ... , 2004, с. 8]. Соответственно, исследования пространственных вза-

имосвязей и поиск путей повышения их интенсивности – одна из актуальных задач для России.

Обзор научной литературы позволяет говорить о наличии довольно большого числа трактовок категории «пространственные взаимодействия». В наиболее общем виде пространственные взаимодействия можно представить как процесс перемещения (движения) между «источником» и «приемником» различных объектов (товаров, людей, транспорта, информации, идей, финансов и т. д.). Именно это толкование, представленное в работе [Fotheringham], мы считаем наиболее полной, поскольку определения других ученых в большинстве случаев уточняют, дополняют ее отдельные аспекты. Так, например, определение М. О'Kelly как «потока или движения в пространстве, возникающего в результате процесса принятия решения» уточняет, что в основе любого пространственного взаимодействия лежат интересы и решения субъектов [О'Kelly, 2009, р. 365]. Это же можно заключить из трактовки: «Пространственное взаимодействие – это процесс, посредством которого субъекты в различных точках физического пространства устанавливают контакты, принимают решения о спросе/предложении или выбирают местоположение» [Roy et al.].

Субъектами, осуществляющими пространственные взаимодействия, могут выступать как различные экономические агенты (домохозяйства, фирмы, государства), так и города, агломерации, сельские населенные пункты, регионы и другие административно-территориальные единицы. При этом в рамках реализации Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. наибольший интерес для научного сообщества и органов власти РФ представляют взаимодействия, возникающие между территориально-хозяйственными системами в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических благ.

Пространственные взаимодействия могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на положение субъектов в пространстве. Так, с одной стороны, кооперационные и интеграционные связи многократно усиливают синергетические эффекты, по-

лучаемые всеми участниками (даже в рамках центр – периферийного устройства пространства); с другой стороны, отношения, основанные на противостоянии, конкуренции, усиливают пространственную неоднородность и социально-экономическую поляризацию территорий, способствуют дезинтеграции и фрагментации пространства.

Как отмечал J.-P. Rodrigue, вся экономическая длительность «порождает (предложение) и привлекает (спрос) движения», так как перемещение товаров, информации, рабочей силы и других факторов между «источником» и «пунктом назначения» свидетельствует, что издержки этого взаимодействия ниже, чем выгоды, получаемые от такого взаимодействия [Rodrigue].

В целом для возникновения и развития пространственных взаимодействий необходимы три базовых условия (с опорой на работы американского географа Э.Л. Уллмана):

1. Взаимодополняемость, то есть между взаимодействующими локациями должны существовать спрос и предложение (жилая и рабочая зоны в городах взаимодополняемы, поскольку первая обеспечивает население жильем, а вторая – рабочими местами; то же самое можно сказать и о дополняемости между производителями и поставщиками).

2. Отсутствие промежуточной возможности, то есть альтернативы пункту отправления или пункту назначения. Например, чтобы клиент взаимодействовал с конкретным магазином, не должно быть более близкого магазина, предлагающего аналогичные товары. В ином случае потребитель, скорее всего, будет посещать более близкий к нему магазин.

3. Перемещаемость, то есть связанность источника и пункта назначения, поддерживаемая посредством транспортной инфраструктуры, информационно-коммуникационных систем и др. При этом, по мнению J.-P. Rodrigue, затраты на преодоление дистанции (физического и экономического расстояния) не должны превышать выгоды от соответствующего взаимодействия, даже при наличии взаимодополняемости и отсутствии альтернативных возможностей.

Данный список, на наш взгляд, может быть расширен. Например, в него могут быть включены условия неравенства взаимодействующих субъектов и, соответственно, возникающей при этом заинтересованности в получении / обмене каких-либо предметов, а также обязательного наличия двух или более субъектов взаимодействия и т. д.

Исходя из условий, на рисунке 1 представлены базовые направления оценки взаи-

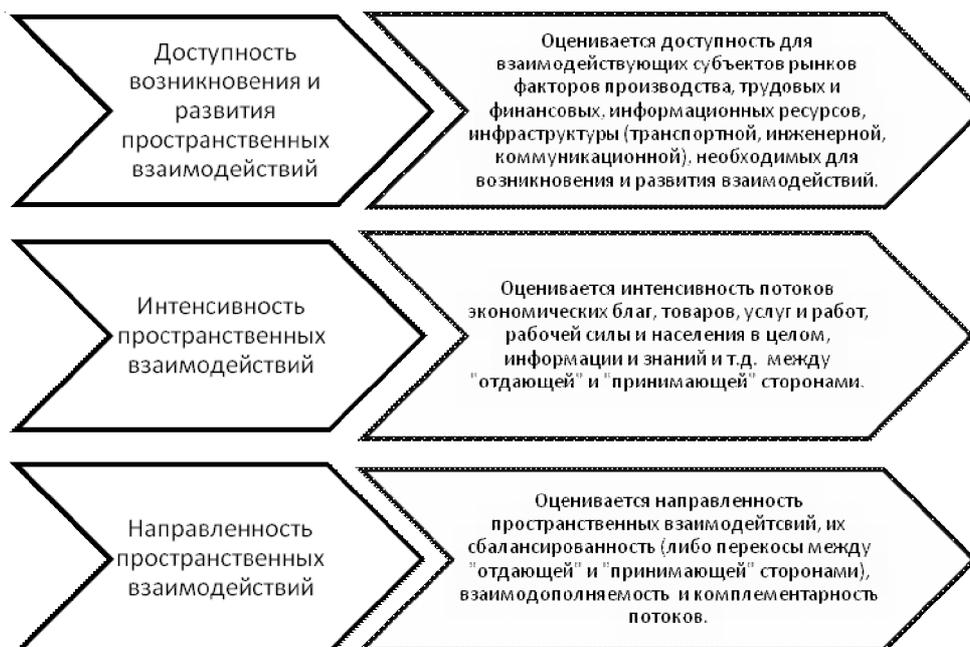


Рис. 1. Базовые направления оценки пространственных взаимодействий

Примечание. Составлено автором.

модействий, возникающих в экономическом пространстве.

Как показал анализ научной литературы по тематике исследования, условно можно выделить две группы методов оценки пространственных взаимодействий: экономико-математические и эвристические методы.

Методы эвристики (экспертной оценки, деловых игр, «деревя целей», «мозговой атаки», методы Дельфи и т. д.) основаны на использовании опыта и научной интуиции ученых. Преимущество данных методов заключается в возможности их применения при наличии качественных и неформальных данных, при отсутствии четкого предметного описания и математической формализации предмета оценки и т. д. Однако при использовании методов из данной группы велика вероятность получения необъективных (субъективных) выводов, разной интерпретации результатов и т. д. В связи с этим в рамках пространственной экономики главным образом используются экономико-математические методы, обладающие сравнительно большей степенью объективности, однозначностью интерпретации, возможностью использования при прогнозировании. Примером использования методов этой группы может служить работа Lakshmanan и Hansen (1966 г.), которая «эвристически предвосхищает» новаторскую работу Harris и Wilson (1978 г.) [Roy et al.].

Группу экономико-математических методов наглядно представляют методы пространственной эконометрики и пространственного моделирования², позволяющие детально исследовать особенности и закономерности развития территориальных систем, выявлять взаимосвязи между ними, вырабатывать научно обоснованные и подкрепленные расчетами управленческие решения, нацеленные на обеспечение пространственного развития.

Этапы становления и развития пространственной эконометрики, выделенные исследователем Института экономики УрО РАН И.В. Наумовым, представлены в таблице. И если первоначально в ее рамках рассматривались вопросы пространственной кластеризации, то уже сейчас, при бурном развитии ИТ-технологий, пространственная эконометрика позволяет определять центры концен-

трации ресурсов, выявлять межтерриториальные взаимосвязи и их тесноту, имитировать сложные пространственные системы и формировать различные сценарии размещения объектов в пространстве и т. д.

Как результат, в фокусе современной пространственной эконометрики находятся довольно разнообразные вопросы, в том числе касающиеся:

- кластеризации территорий (с использованием мозаик Делонэ-Вороного, относительной энтропии Шеннона и т. д.);

- исследования межтерриториальных взаимосвязей методами пространственной автокорреляции и авторегрессии (методами пространственной регрессии, построения SAR-моделей и CAR-моделей, моделей с пространственными лагами и т. д.);

- моделирования пространственного развития территорий с учетом влияния различных факторов (с использованием факторных пространственных моделей);

- ГИС-моделирования и поиска оптимальных вариантов размещения социальных, промышленных и других объектов в географических сетях (с использованием специального программного обеспечения);

- пространственного агент-ориентированного и имитационного моделирования изменений внешней и внутренней среды и т. д.

Вместе с тем мы полагаем, что особое место в рамках исследования пространственных взаимодействий экономико-математическими методами занимает пространственное моделирование (так называемое *spatial interaction model*, или *SI model*). В наиболее общем виде модели пространственного взаимодействия представляют собой математические описания пространственных потоков, позволяющие прогнозировать данные потоки там, где они неизвестны, либо получать информацию о детерминантах анализируемой системы потока [Fotheringham]. Представим далее ряд устоявшихся в науке и активно используемых учеными моделей:

1. Гравитационные модели (*gravity model*), особенность которых заключается в том, что они моделируют поведение сегментов спроса или предложения, а не отдельных лиц и фирм [Roy et al.]. С опорой на ньютоновскую парадигму были разработаны и успешно ап-

Этапы становления и развития пространственной эконометрики

Период	Представители	Направления исследований
<i>Работы по пространственной статистике</i>		
До 40-х гг. XX в.	О. Херфиндаль, А. Хиршман	Исследование концентрации пространственной локализации, неоднородности пространственного развития
	О. Лоренц, К. Джини, Е. Гувер	Анализ концентрации торговых площадей, исследование расслоения населения по уровню доходов, исследование оптимального распределения ресурсов для снижения неравномерности и достижения равновесия пространственного развития
	Г. Тейл	Исследование кластеризации пространства по неравенству, неравномерности распределения валового регионального продукта по численности населения
<i>Работы по пространственному автокорреляционному анализу</i>		
50-е гг. XX в.	П. Моран	Исследование общей пространственной автокорреляции (посредством глобального и локального индексов Морана, диаграммы рассеивания Морана оценивается, имеется ли место кластеризация объектов или они распределены разбросанно, случайно)
	Р. Гири (Джири)	Исследование понятия непрерывности в пространственной статистике, пространственной автокорреляции (индекс Гири обратно связан с индексом Морана, но не идентичен, так как более чувствителен к локальной пространственной автокорреляции)
<i>Работы по пространственной автокорреляции (пространственной эконометрике)</i>		
80-е гг. XX в.	А. Клифф, Дж. Орд, А. Гетис	Развитие теории пространственной автокорреляции, в том числе в области идентификации статистически значимых пространственных кластеров высоких значений (горячих точек) и низких значений (холодных точек) (анализ горячих точек Getis-Ord Gi*)
	Ж. Палинк, Л. Классен	Разработка статистических тестов для оценки достоверности пространственных регрессионных моделей. (В работе J. Paelinck, L. Klaassen «Spatial econometrics» 1979 г. был введен термин «пространственная эконометрика», обозначающий науку о пространственной автокорреляции и асимметрии в пространственных связях)
	Л. Анселин	Исследование пространственной зависимости и гетерогенности (неоднородности данных), методов и моделей пространственной эконометрики, разработка инструментов пространственного программного обеспечения
<i>Работы по пространственному моделированию</i>		
90-е гг. XX в.	К. Кларк	Исследования плотности развития процессов и явлений (в том числе плотности населения на территории) с учетом фактора расстояния до локальных центров
	Р. Мут, Е. Миллз, Р. Бюссьер, П. Дерик	Исследование плотности пространственного размещения городского населения, развитие концепции индивидуальной полезности семьи – оптимизация местоположения с учетом плотности торговых площадей, теоретическое обоснование закона Кларка
	Д. Сибли	Разработка закона снижения плотности пространственного размещения городского населения по мере удаления от центра города и снижения цен на земельные участки

Примечание. Составлено автором на основе: [Методы анализа ...].

робированы модели для анализа разнообразных пространственных взаимодействий в экономике – экспортно-импортных, миграционных, транспортных и др. [Потапова и др., 2016; Шумилов, 2017; Ravenstein, 1885; Timmermans, 1981; Zipf, 1946]. В основе всех гравитационных моделей – теоретическое основание, согласно которому при прочих равных условиях сила тяготения³ между двумя объектами прямо пропорциональна их экономической массе⁴ и обратно пропорциональна расстоянию (физическому либо экономическому⁵) между ними (формула 1). Вместе с тем модели гравитации могут быть откалиброваны либо рас-

ширены за счет включения дополнительных специфических факторов (показатели инфраструктуры, качества институциональной среды и т. д.), прямо и опосредованно воздействующих на силу тяготения.

$$F_{ij} = \frac{w_i * w_j}{r_{ij}} * G, \quad (1)$$

где F_{ij} – сила тяготения (взаимодействия) между i -м и j -м объектами; w_i, w_j – экономическая масса i -го и j -го объектов; r_{ij} – расстояние между i -м и j -м объектами (зачастую при расчетах для моделей гравитации возводится в квадрат); G – гравитационная константа / поправочный коэффициент.

Как отмечено в [Roy et al.], ключевые достижения гравитационного моделирования с начала XX в. до настоящего времени включают замену аналогии с гравитацией более общими понятиями энтропии или теории информации, статистической структуры, обычно используемой в физике. При этом возможно, самая большая проблема, стоящая перед такими моделями взаимодействия, заключается не просто в понятии движения как функции объясняющих независимых переменных, а в необходимости точных прогнозов многих движущих сил и сложностей, лежащих в основе эффектов [Ravenstein, 1885].

2. Потенциальные модели (potential model) или модели «промежуточных возможностей» («intervening opportunities» model), в которых измеряется уровень взаимодействия между исходной зоной и всеми остальными возможными зонами назначения [Roy et al.]. Иными словами, они характеризуют собой совокупный спрос, предъявляемый на товары, услуги, рабочую силу, производимые / находящиеся в i -м пункте (с учетом экономического либо физического расстояния между i -м и остальными пунктами; формула 2).

$$F_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j}{r_{ij}}, \quad (2)$$

где F_i – потенциальное взаимодействие i -го пункта и всех остальных (j -х) пунктов, число которых варьируется от 1 до n .

3. Розничные модели (retail model), которые по своей сути направлены преимущественно на выявление границы между локациями⁶ (формула 3). В рамках их построения предполагается, что рыночная граница между двумя точками в пространстве, обладающими одинаковой экономической массой ($w_i = w_j$), будет расположена на середине расстояния между ними. При увеличении массы одной из точек (например, i -й), ее влияние будет распространяться все дальше и, соответственно, граница будет отодвигаться (становиться ближе к j -й точке):

$$B_{ij} = \frac{r_{ij} w_j}{1 + w_i}, \quad (3)$$

где B_{ij} – граница влияния между i -м и j -м пунктами.

4. Модели выбора места назначения (destination choice models), которые рассматриваются как расширенные модели гравитации, включающие дополнительные переменные (коэффициенты импеданса⁷ и константы или k -факторы и др. [Bernardin et al., 2009; Bhat et al., 1998; Borgers et al., 1987; Fotheringham, 1983]). На практике модели выбора места назначения формулируются как модели дискретного выбора (обычно логит-модели, которые выдают результат в виде вероятности бинарного события).

Типичную логит-модель выбора пункта назначения для вероятности того, что из всей совокупности пунктов k будет выбран пункт назначения j с учетом пункта отправления i (P_{ji}) [TFResource ... , 2021], можно выразить формулой 4:

$$P_{ji} = \frac{e^{V_{ji}}}{\sum_k e^{V_{ki}}}, \quad (4)$$

где V_{ji} – полезность / привлекательность пункта j для пункта i , которая является функцией от количественных (время в пути, расстояние в пути, расходы на дорогу, заработная плата, количество домохозяйств в пункте j) и качественных (близость похожих конкурирующих пунктов и др.) факторов.

5. Модели излучения (radiation model), сформулированные в терминах процессов излучения и поглощения [Hilton et al., 2020; Hong et al., 2019; Simini et al., 2012]. Являясь альтернативой модели гравитации, модель излучения учитывает плотность населения во всех промежуточных точках и без параметров предсказывает ряд явлений – от поездок на работу и миграции до телефонных звонков – гораздо точнее, чем модель гравитации (формула 5):

$$F_{ij} = N_i * \frac{w_i * w_j}{(w_i + s_{ij}) * (w_i + w_j + s_{ij})}, \quad (5)$$

где N_i – количество объектов, передвигающихся из пункта i ; s_{ij} – общее количество объектов, за исключением пунктов i и j , внутри круга с центром в пункте i и радиусом, равным расстоянию между i и j .

Рассмотренный инструментарий оценки пространственных взаимодействий может быть применен для описания и прогнозирова-

ния потоков товаров, работ, услуг, рабочей силы, информации между предприятиями, городами, регионами, странами, а также для выявления причин возникновения и оценки интенсивности этих потоков. Соответствующие выводы могут быть использованы при разработке и обосновании стратегий пространственного развития территорий, проектов развития интеграции, при оценке государственной политики, направленной на обеспечение пространственной связности и доступности территорий.

Несмотря на выбранный исследователем инструментарий, оценка пространственных взаимодействий должна включать следующие обязательные этапы (рис. 2).

В целом на вопросы, связанные с взаимодействиями в экономическом пространстве, пространственной неоднородностью процессов и явлений, однозначные ответы дать сложно. Однако грамотное использование научно обоснованного и успешно апробированного инструментария может дать необходимую информацию для принятия соответствующих решений, мониторинга текущей ситуации, прогнозирования вариантов развития явлений и процессов и т. д.

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод об отсутствии единого инструментария оценки пространственных взаимодействий. При этом в современных условиях все большую популярность среди отечественных и зарубежных исследователей обретают экономико-математические методы, позволяющие на языке математики формализовать экономические явления и процессы, объяснять механизмы взаимодействий и прогнозировать их развитие, оптимизировать потоки мобильности людей, товаров, информации и др. Вместе с тем, на наш взгляд, получению наиболее адекватных и объективных результатов будет способствовать согласованное использование современных инструментов пространственной эконометрики вкупе с эвристическими методами. Такой подход, на наш взгляд, может быть успешно использован в рамках реализации мероприятий Стратегии пространственного развития РФ, национальных проектов 2019–2024 гг., стратегий социально-экономического развития регионов, проектов интеграции и т. д.

Текущее состояние экономического пространства России при отсутствии системно-

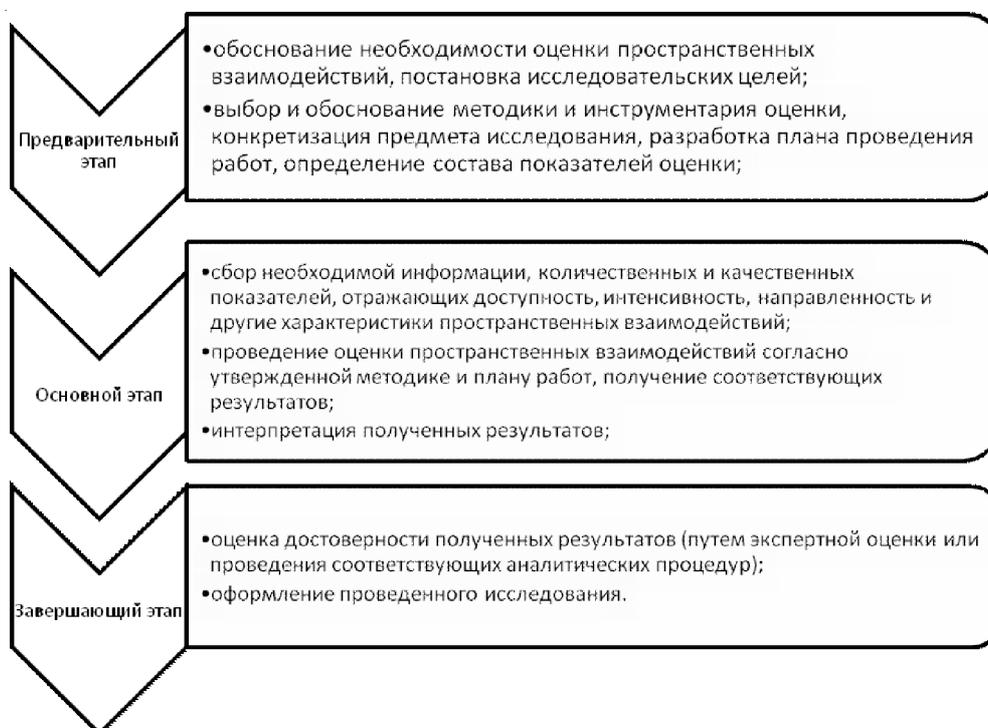


Рис. 2. Основные этапы оценки пространственных взаимодействий

Примечание. Составлено автором.

ти в управлении пространственным развитием экономики является внутрисредовой угрозой безопасности и целостности страны. Как отмечал академик А.И. Татаркин, мощнейший пространственный фактор так и не превратился для нашей страны в решающий фактор экономического роста, социально-экономического развития и модернизации общества [Татаркин, 2012]. Именно поэтому крайне важно обеспечить научно обоснованное (как теоретически, так и методически) управление развитием национального пространства, учитывая российскую специфику и приоритеты развития, имеющиеся проблемы социально-экономического, экологического и т. д. характера и конкурентные преимущества страны. Реализация данного направления, на наш взгляд, напрямую зависит от заинтересованности и поддержки государственных органов, концентрирующих в себе необходимый административный и финансовый ресурс и проводящих политику пространственного развития страны.

Полученные в ходе исследования результаты вносят вклад в развитие представлений о пространственной экономике и могут быть использованы в рамках реализации политики органов власти в области пространственного и регионального развития, а также научными сотрудниками и другими заинтересованными лицами при оценке пространственных взаимодействий.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН «Вологодский научный центр РАН» по теме НИР № 0168-2019-0004 «Совершенствование механизмов развития и эффективного использования потенциала социально-экономических систем».

The paper was prepared in accordance with the state objective for Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences on research topic no. 0168-2019-0004 "Improvement of development mechanisms and efficient usage of social and economic systems' potential".

² Наряду с методами математического анализа, математической статистики и проч.

³ Под силой тяготения понимается объем взаимодействий, возникающих между точками в пространстве. В зависимости от предмета и целей ис-

следования сила взаимного тяготения может выражаться через объем торговли, миграционных потоков, стоимостный объем перевезенных грузов и т. д.

⁴ Экономическая «масса» в гравитационных моделях количественно характеризует размер экономики каждой из взаимодействующих в пространстве точек. На практике экономическую массу в зависимости от предмета и целей исследования выражают через объем ВРП регионов, ВВП стран, численность населения территории, объем инвестиций и др. показатели.

⁵ Экономическое расстояние, в отличие от физического (измеряемого в метрах, километрах, милях и тому подобных единицах), характеризуется транспортными издержками при движении между точками в пространстве. В связи с этим экономическое и физическое расстояние между селами / городами / регионами является неодинаковым в том числе и в разрезе перемещаемых объектов (людей, грузов).

⁶ В наиболее широком смысле рыночная граница в модели розничной торговли представляет собой предел экономического притяжения (влияния) субъекта в экономическом пространстве. Рыночная граница территории может не совпадать с административной, например, если область ее экономической власти простирается на близлежащие территории.

⁷ Категория «импеданс» описывает, насколько сложно добраться из одного места в другое, и на практике может выражаться через такие показатели, как расстояние между локациями, необходимое для преодоления этого расстояния время, расходы на дорогу и т. д. [Impedance].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белая книга. Экономические реформы в России 1991–2001 гг. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://istmat.info/node/504> (дата обращения: 08.02.2021). – Загл. с экрана.
- Вардомский, Л. Б. Российское экономическое пространство в контексте глобального финансово-экономического кризиса / Л. Б. Вардомский // Журнал новой экономической ассоциации. – 2009. – № 3–4. – С. 145–165.
- Гранберг, А. Г. Основы региональной экономики / А. Г. Гранберг. – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 495 с.
- Иванов, С. А. О пространственном подходе в теории региональной экономики / С. А. Иванов, В. В. Ложко // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. – 2015. – Т. 9, № 1. – С. 18–25.
- Кляйн, Н. Доктрина шока / Н. Кляйн. – М.: Добрая книга, 2009. – 656 с.

- Кожевников, С. А. Проблемы Европейского Севера России и возможности его участия в развитии Арктической зоны РФ / С. А. Кожевников // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз.* – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 87–107. – DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2019.1.61.5>.
- Методы анализа и моделирования пространственного развития территорий. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=D9xwRCNERrM&t=17s> (дата обращения: 15.02.2021). – Загл. с экрана.
- Нефедова, Т. Г. Десять актуальных вопросов о сельской России. Ответы географа / Т. Г. Нефедова. – М. : URSS-ЛЕНАНД, 2013. – 456 с.
- Потапова, И. А. Методы моделирования транспортного потока / И. А. Потапова, И. Н. Бояршинова, Т. Р. Исмагилов // *Фундаментальные исследования.* – 2016. – № 10 (ч. 2). – С. 338–342.
- Стратегии макрорегионов России: методологические подходы, приоритеты и пути реализации / под ред. акад. А. Г. Гранберга. – М. : Наука, 2004. – 720 с.
- Татаркин, А. И. Развитие экономического пространства регионов России на основе кластерных принципов / А. И. Татаркин // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз.* – 2012. – № 3 (21). – С. 28–36.
- Шумилов, А. В. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов / А. В. Шумилов // *Экономический журнал ВШЭ.* – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 224–250.
- Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками / под науч. ред. В. А. Крюкова, Т. П. Скуфьиной, Е. А. Корчак. – Апатиты : ФИЦ КНЦ РАН, 2020. – 245 с.
- A Universal Model for Mobility and Migration Patterns / F. Simini [et al.] // *Nature.* – 2012. – № 484. – P. 96–100. – DOI: <https://doi.org/10.1038/nature10856>.
- Bernardin, V. L. Enhanced Destination Choice Models Incorporating Agglomeration Related to Trip Chaining While Controlling for Spatial Competition. In *Transportation Research Record* / V. L. Bernardin, F. Koppelman, D. Boyce // *Journal of the Transportation Research Board of the National Academies.* – 2009. – P. 143–151.
- Bhat, C. Disaggregate Attraction-End Choice Modeling: Formulation and Empirical Analysis. In *Transportation Research Record* / C. Bhat, A. Govindarajan, V. Pulugata // *Journal of the Transportation Research Board of the National Academies.* – 1998. – P. 1–68.
- Borgers, A. Choice Model Specification, Substitution and Spatial Structure Effects: A Simulation Experiment / A. Borgers, H. Timmermans // *Regional Science and Urban Economics.* – 1987. – № 17. – P. 29–47.
- Fotheringham, A. S. Some Theoretical Aspects of Destination Choice and Their Relevance to Production-Constrained Gravity Models / A. S. Fotheringham // *Environment and Planning.* – 1983. – № 15A. – P. 464–488.
- Fotheringham, A. S. Spatial Interaction Models / A. S. Fotheringham // *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences.* – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0080430767025195> (date of access: 15.02.2021). – Title from screen. – DOI: <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/02519-5>.
- Hilton, B. Predictive Limitations of Spatial Interaction Models: A Non-Gaussian Analysis / B. Hilton, A. P. Sood, T. S. Evans // *Sci Rep.* – 2020. – № 10.
- Hong, I. Gravity Model Explained by the Radiation Model on a Population Landscape / I. Hong, W. S. Jung, H.-H. Jo // *PLoS ONE.* – 2019. – № 14 (6). – DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218028>.
- Impedance // *Travel Forecasting Resource.* – Electronic text data. – Mode of access: <https://tfresource.org/topics/Impedance.html> (date of access: 08.02.2021). – Title from screen.
- O’Kelly, M. Spatial Interaction Models / M. O’Kelly // *International Encyclopedia of Human Geography.* – Columbus : The Ohio State University, 2009. – P. 365–368.
- Ravenstein, E. G. The Laws of Migration / E. G. Ravenstein // *Journal of the Statistical Society of London.* – 1885. – Vol. 48, № 2. – P. 167–235.
- Rodrigue, J.-P. Spatial Interactions and the Gravity Model / J.-P. Rodrigue. – Electronic text data. – Mode of access: <https://transportgeography.org/contents/methods/spatial-interactions-gravity-model> (date of access: 15.02.2021). – Title from screen.
- Roy, J. R. Spatial Interaction Modeling / J. R. Roy, J.-C. Thill // *Fifty Years of Regional Science. Advances in Spatial Science.* – Electronic text data. – Mode of access: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-07223-3_15#citeas (date of access: 15.02.2021). – Title from screen. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-07223-3_15.
- Stiglitz, J. The Ruin of Russia / J. Stiglitz // *The Guardian.* – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.theguardian.com/world/2003/apr/09/russia.artsandhumanities> (date of access: 15.02.2021). – Title from screen.
- Timmermans, H. J. P. Multiattribute Shopping Models and Ridge Regression Analysis / H. J. P. Timmermans

- //Environment and Planning A. – 1981. – № 13 (1). – P. 43–56. – DOI: <https://doi.org/10.1068/a130043>.
- Zipf, G. K. The p1 P2/D Hypothesis: On the Intercity Movement of Persons / G. K. Zipf // American Sociological Review. – 1946. – № 11 (6). – pp. 677–686.
- REFERENCES**
- Belaja kniga. Jekonomicheskie reformy v Rossii 1991–2001 gg.* [The White Paper. Economic reforms in Russia 1991–2001]. URL: <http://istmat.info/node/504> (accessed 8 February 2021).
- Vardomskij L.B. Rossijskoe jekonomicheskoe prostranstvo v kontekste global'nogo finansovo-jekonomicheskogo krizisa [Russian Economic Space in the Context of the Global Financial and Economic Crisis]. *Zhurnal novej jekonomicheskoy asociacii* [Journal of the New Economic Association], 2009, no. 3–4, pp. 145–165.
- Granberg A.G. *Osnovy regional'noj jekonomiki* [Fundamentals of Regional Economy]. Moscow, GUVShE, 2001. 495 p.
- Ivanov S.A., Lozhko V.V. O prostranstvennom podhode v teorii regional'noj jekonomiki [Spatial Approach to the Theory of Regional Economy]. *Vestnik JuUrGU. Serija «Jekonomika i menedzhment»* [Bulletin of the South Ural State University. Series “Economics and Management”], 2015, vol. 9, no. 1, pp. 18–25.
- Kljajin N. *Doktrina shoka* [The Shock Doctrine]. Moscow, Dobraja kniga Publ., 2009. 656 p.
- Kozhevnikov S.A. Problemy Evropejskogo Severa Rossii i vozmozhnosti ego uchastija v razvitii Arkticheskoy zony RF [Problems of the European North of Russia and the Possibilities of Its Participation in the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Jekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2019, vol. 12, no. 1, pp. 87–107. DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2019.1.61.5>.
- Metody analiza i modelirovaniya prostranstvennogo razvitiya territoriy* [Methods for Analyzing and Modeling the Spatial Development of Territories]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=D9xwRCNERM&t=17s> (accessed 15 February 2021).
- Nefedova T.G. *Desjat' aktual'nyh voprosov o sel'skoj Rossii. Otveti geografa.* [Ten Topical Issues About Rural Russia. A Geographer's Viewpoint]. Moscow, URSS-LENAND Publ., 2013. 456 p.
- Potapova I.A., Bojarshinova I.N., Ismagilov T.R. *Metody modelirovaniya transportnogo potoka* [Methods of Traffic Flows Modeling]. *Fundamental'nye issledovanija* [Fundamental Research], 2016, no. 10 (pt. 2), pp. 338–342.
- Granberg A.G., ed. *Strategii makroregionov Rossii: metodologicheskie podhody, priority i puti realizacii* [Strategies of Macro-Regions of Russia: Methodological Approaches, Priorities and Ways of Implementation]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 720 p.
- Tatarkin A.I. Razvitie jekonomicheskogo prostranstva regionov Rossii na osnove klasternyh principov [Development of the Economic Space of Russia's Regions on the Basis of Cluster Principles]. *Jekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2012, no. 3 (21), pp. 28–36.
- Shumilov A.V. Ocenivanie gravitacionnyh modelej mezhdunarodnoj trgovli: obzor osnovnyh podhodov [Estimating Gravity Models of International Trade: A Survey of Methods]. *Jekonomicheskij zhurnal VShJe* [HSE Economic Journal], 2017, vol. 21, no. 2, pp. 224–250.
- Krjukova V.A., Skuf'ina T.P., Korchak E.A. ed. *Jekonomika sovremennoj Arktiki: v osnove uspešnosti jeffektivnoe vzaimodejstvie i upravlenie integral'nymi riskami* [The Economy of the Modern Arctic: At the Heart of Success, Effective Interaction and Management of Integral Risks]. Apatity, FIC KNC RAN, 2020. 245 p.
- Simini F., Gonzalez M., Maritan A., et al. A Universal Model for Mobility and Migration Patterns. *Nature*, 2012, no. 484, pp. 96–100. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature10856>.
- Bernardin V.L., Koppelman F., Boyce D. Enhanced Destination Choice Models Incorporating Agglomeration Related to Trip Chaining While Controlling for Spatial Competition. In Transportation Research Record. *Journal of the Transportation Research Board of the National Academies*, 2009, pp. 143–151.
- Bhat C., Govindarajan A., Pulugata V. Disaggregate Attraction-End Choice Modeling: Formulation and Empirical Analysis. In Transportation Research Record. *Journal of the Transportation Research Board of the National Academies*, 1998, pp. 1–68.
- Borgers A., Timmermans H. Choice Model Specification, Substitution and Spatial Structure Effects: A Simulation Experiment. *Regional Science and Urban Economics*, 1987, no. 17, pp. 29–47.
- Fotheringham A.S. Some Theoretical Aspects of Destination Choice and Their Relevance to Production-Constrained Gravity Models. *Environment and Planning*, 1983, no. 15A, pp. 464–488.
- Fotheringham A.S. Spatial Interaction Models. *International Encyclopedia of the Social &*

- Behavioral Sciences*, 2001. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0080430767025195> (accessed 15 February 2021). DOI: <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/02519-5>.
- Hilton B., Sood A.P., Evans T.S. Predictive Limitations of Spatial Interaction Models: A Non-Gaussian Analysis. *Sci Rep*, 2020, no. 10.
- Hong I., Jung W.-S., Jo H.-H. Gravity Model Explained by the Radiation Model on a Population Landscape. *PLoS ONE*, 2019, no. 14 (6). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218028>.
- Impedance. *Travel Forecasting Resource*. URL: <https://tfresource.org/topics/Impedance.html> (accessed 8 February 2021).
- O'Kelly M. Spatial Interaction Models. *International Encyclopedia of Human Geography*. The Ohio State University, 2009, pp. 365-368.
- Ravenstein E.G. The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society of London*, 1885, vol. 48, no. 2, pp. 167-235.
- Rodrigue J.-P. Spatial Interactions and the Gravity Model. URL: <https://transportgeography.org/contents/methods/spatial-interactions-gravity-model> (accessed 15 February 2021).
- Roy J.R., Thill J.-C. Spatial Interaction Modeling. *Fifty Years of Regional Science. Advances in Spatial Science*, 2004. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-07223-3_15#citeas (accessed 15 February 2021). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-07223-3_15.
- Stiglitz J. The Ruin of Russia. *The Guardian*, 2003. URL: <https://www.theguardian.com/world/2003/apr/09/russia.artsandhumanities> (accessed 15 February 2021).
- Timmermans H.J.P. Multiattribute Shopping Models and Ridge Regression Analysis. *Environment and Planning A*, 1981, no. 13 (1), pp. 43-56. DOI: <https://doi.org/10.1068/a130043>.
- Zipf G.K. The p₁ P₂/D Hypothesis: On the Intercity Movement of Persons. *American Sociological Review*. 1946, no. 11(6), pp. 677-686.

Information About the Author

Svetlana S. Patrakova, Junior Researcher, Department of Socio-Economic Development and Management in Territorial Systems, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences, Gorky St, 56a, 160014 Vologda, Russian Federation, sspatrakova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4834-3083>

Информация об авторе

Светлана Сергеевна Патракова, младший научный сотрудник отдела проблем социально-экономического развития и управления в территориальных системах, Вологодский научный центр РАН, ул. Горького, 56а, 160014 г. Вологда, Российская Федерация, sspatrakova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4834-3083>