1.6.13. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география

Научная статья
УДК 911.3:332.14

ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕРЕТОКИ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОНОМЕТРИКИ

Кошельков Антон Михайлович, кандидат географических наук, ведущий инженер, Хабаровский Федеральный исследовательский центр, Россия, Хабаровск, a.koshelkov@yandex.ru;

Надточий Виктория Сергеевна, кандидат географических наук, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Россия, Омск, nadtochii_v@mail.ru

Аннотация. В работе оцениваются географические границы распространения знаний и выявляются барьеры диффузии технологий внутри российских городских агломераций. Традиционные подходы к территориальному планированию часто игнорируют пространственную неоднородность, что неизбежно ведет к консервации диспропорций между ядрами и периферийными муниципалитетами. На основе панельных данных по 142 муниципальным образованиям десяти крупнейших агломераций России за период с 2015 по 2022 год авторы применяют аппарат пространственной эконометрики. Матрицы пространственных весов сформированы с учетом гравитационных моделей и фактической транспортной доступности, что позволило вместо упрощенного бинарного соседства учитывать реальные коммуникационные связи между территориями. Оценивание проведено с использованием пространственной модели Дурбина, обеспечивающей строгое разделение прямых локальных и косвенных межтерриториальных эффектов. Расчеты подтверждают гипотезу о затухании инновационных перетоков с увеличением транспортной дистанции. Исследователи выявили асимметричный

характер пространственных экстерналий: разработки частного сектора характеризуются умеренным положительным эффектом пространственного перетока, тогда как университетский потенциал преимущественно способствует концентрации ресурсов из пригородных зон в ядрах агломераций, усиливая поляризацию. Показано, что механическое наращивание научного потенциала в центрах не гарантирует распространения технологий на периферию. Сделан вывод о необходимости перехода от точечного финансирования к формированию промежуточных технологических площадок и межмуниципальных сетей для преодоления разрыва в восприимчивости территорий.

Ключевые слова: пространственная эконометрика; городские агломерации; инновационные перетоки; патентная активность; модель Дурбина; транспортная доступность.

Original article

SPATIAL ECONOMETRICS OF INNOVATION FLOWS IN URBAN AGGLOMERATIONS

Koshelkov Anton Mikhailovich, Candidate of Geographical Sciences, Leading Engineer, Khabarovsk Federal Research Center, Khabarovsk, Russia, a.koshelkov@yandex.ru;

Nadtochii Viktoriia Sergeevna, Candidate of Geographical Sciences, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia, nadtochii_v@mail.ru

Annotation. This paper assesses the geographic boundaries of knowledge dissemination and identifies barriers to technology diffusion within Russian urban agglomerations. Traditional approaches to territorial planning often ignore spatial heterogeneity, which inevitably leads to the perpetuation of disparities between core and peripheral municipalities. Using panel data for 142 municipalities in Russia's ten largest agglomerations for the period 2015 to 2022, the authors apply spatial

econometrics. The spatial weight matrices are substantiated using gravity models and actual transport accessibility, allowing for a shift away from simplified binary neighborhoods to reflecting actual communication links. The assessment is conducted using Durbin's spatial model, which ensures strict separation of direct local and indirect inter-territorial effects. The calculations confirm the hypothesis that innovation spillovers attenuate with increasing transport distance. Researchers have identified an asymmetrical nature of spatial externalities: while private developments demonstrate moderate positive spillovers, university capacity primarily absorbs resources from suburban areas, creating a persistent polarization effect. It has been shown that mechanically building scientific capacity in the centers does not guarantee the spread of technologies to the periphery. A conclusion has been reached regarding the need to shift from targeted funding to the development of intermediate technology platforms and inter-municipal networks to bridge the gap in territorial receptivity.

Keywords: spatial econometrics; urban agglomerations; innovation spillovers; patent activity; spatial Durbin model; transport accessibility.

Введение. Формирование экономики знаний неизбежно переводит проблему генерации и распространения новых технологий в плоскость территориальной организации общества. Инновации не возникают в абстрактном вакууме; их появление и последующее внедрение жестко привязаны к конкретной географической среде, где пересекаются интересы исследовательских институтов, производственных предприятий и органов управления [1], [2]. Переход от линейных представлений о научно-техническом прогрессе к концепциям эндогенного роста потребовал переосмысления роли пространства [3]. В этой парадигме территория рассматривается не как нейтральная среда протекания экономических процессов, а как активный ресурс, а географическая близость участников инновационной деятельности — как важное условие возникновения положительных экстерналий.

Механизм пространственной диффузии знаний опирается на эффект

затухания дистанции. Эмпирические наблюдения, впервые систематизированные в рамках функции производства знаний, убедительно демонстрируют, что отдача от фундаментальных и прикладных исследований максимальна в пределах ограниченного радиуса вокруг места их создания [4-6]. По мере удаления от ядра генерации идей сила географических перетоков ослабевает, что формирует зоны локализованного влияния. Исследовательские университеты и научные центры, являясь центрами концентрации человеческого капитала, оказывают неодинаковое влияние на окружающую производственную среду и формируют зоны повышенной технологической восприимчивости [7]. Учет этих локальных пространственных перетоков требует отказа от усредненных показателей, поскольку агрегирование данных на уровне крупных административных единиц неизбежно искажает реальную картину межтерриториального взаимодействия.

Территориальное устройство российской экономики исторически опирается на узловую структуру, где доминирующую роль играют городские агломерации. Именно в пределах агломераций, сопоставимых по своим функциям с американскими статистическими агломерациями, концентрируется основной объем ресурсов, необходимых для создания и коммерциализации новшеств. Формирующееся здесь инновационное пространство представляет собой сложную сеть потенциальных и реализованных связей между наукой и бизнесом. Однако способность территорий эффективно использовать этот ресурс крайне неоднородна. Если в одних узлах взаимодействие исследовательских организаций и высокотехнологичных компаний носит системный характер и генерирует устойчивые синергетические эффекты, то в других даже наличие развитой научной базы не приводит к адекватному экономическому отклику из-за институциональных барьеров и разорванности коммуникационных цепочек [8-10].

Классическая дихотомия «центр-периферия» в российских реалиях приобретает гипертрофированные формы, напрямую влияя на географию

инновационной активности. Наблюдается выраженная поляризация: столичные агломерации и ряд крупнейших промышленных центров концентрируют подавляющую долю инновационной активности, выступая одновременно основными источниками и потребителями новых технологий [11]. Периферийные регионы, лишенные критической массы инновационно-активных предприятий и современной научной инфраструктуры, оказываются в ситуации перманентного оттока интеллектуальных ресурсов. Подобная асимметрия не только консервирует существующие диспропорции в уровне социально-экономического развития, но и ограничивает общий потенциал национальной инновационной системы, поскольку механизмы пространственного перелива знаний работают преимущественно внутри уже сложившихся центров роста, практически не затрагивая отдаленные территории [12].

Осмысление этих процессов требует применения аппарата пространственной эконометрики, позволяющего количественно оценить силу и направление географических перетоков. Традиционные регрессионные модели, игнорирующие пространственную автокорреляцию, оказываются несостоятельными при анализе агломерационных эффектов, так как не способны уловить влияние соседствующих территорий на инновационную активность конкретного узла. Введение в модель переменных пространственного лага позволяет оценить влияние исследований, проводимых в соседних муниципалитетах или за пределами ядра агломерации, на объем высокотехнологичных разработок в рассматриваемом муниципалитете [13]. Такой подход позволяет разделить агломерационные эффекты на внутренние, обусловленные локальной концентрацией ресурсов, и внешние, возникающие вследствие географических экстерналий.

В фокусе внимания находится механизм формирования инновационных перетоков внутри российских агломераций и их роль в усилении пространственной поляризации. Понимание того, как именно дистанция и конфигурация расселения модифицируют потоки знаний, необходимо для

выработки адекватной региональной политики. Стимулирование взаимодействия науки и бизнеса не может ограничиваться точечным финансированием отдельных организаций; оно требует целенаправленного развития транспортной и коммуникационной связности, сокращающей эффективное расстояние между генераторами идей и производственными площадками. Количественная оценка этих пространственных эффектов открывает путь к более точному прогнозированию траекторий регионального развития и выявлению скрытых резервов роста за пределами доминирующих центров.

Обзор литературы. Генерация и распространение новых технологий фундаментально привязаны к географической среде, где пространственная близость участников инновационного процесса выступает базовым условием возникновения положительных экстерналий. Переход от линейных представлений о научно-техническом прогрессе к концепциям эндогенного роста потребовал переосмысления роли территории. Исследования пространственных факторов инновационной деятельности показывают, что географическая близость организаций, плотность научных и производственных связей и особенности транспортной доступности могут влиять на распределение патентной активности. Современные подходы пространственной эконометрики позволяют учитывать подобные зависимости посредством матриц пространственных весов и моделей с пространственными лагами. Эмпирические наблюдения демонстрируют, что отдача от фундаментальных и прикладных исследований максимальна в пределах ограниченного радиуса вокруг места их создания, а по мере удаления от ядра генерации идей сила географических перетоков неуклонно ослабевает.

В российских реалиях территориальное устройство экономики исторически опирается на узловую структуру, где доминирующую роль играют городские агломерации. Формирующееся здесь инновационное пространство представляет собой сложную сеть потенциальных и реализованных связей

между наукой и бизнесом. Совокупность таких связей рассматривается как ключевой ресурс для создания новых производственных технологий, причем результативность инновационной деятельности прямо зависит от размера этого пространства и эффективности его использования. Однако способность территорий интегрировать научный потенциал в коммерческие разработки крайне неоднородна. Наблюдается ярко выраженная поляризация: столичные и крупнейшие провинциальные агломерации аккумулируют подавляющую долю пространства инноваций, выступая в роли безраздельных доноров и потребителей новых технологий, тогда как периферийные муниципалитеты оказываются в ситуации перманентного оттока интеллектуальных ресурсов [16].

Осмысление этих процессов требует отказа от усредненных региональных показателей, поскольку агрегирование данных на уровне субъектов Федерации неизбежно искажает реальную картину межтерриториального взаимодействия. Традиционные регрессионные модели, игнорирующие пространственную зависимость, оказываются несостоятельными при анализе агломерационных эффектов. Введение в аналитический инструментарий переменных пространственного лага позволяет зафиксировать, как именно исследования, проводимые в соседних муниципалитетах, воздействуют на объем высокотехнологичных разработок в рассматриваемом локусе [17]. Подобный подход открывает путь к деконструкции агломерационных эффектов, разделяя их на внутренние, обусловленные локальной концентрацией ресурсов, и внешние, возникающие за счет географических переливов знаний.

Материалы и методы исследования. Эмпирическую основу составляют панельные данные за 2015–2022 гг. по 142 муниципальным образованиям десяти российских городских агломераций. В качестве показателя инновационной активности используется число выданных патентов на изобретения и полезные модели, территориально отнесённых к соответствующим муниципальным образованиям. Геокодирование выполняется с использованием координат административных центров, выступающих пространственными

представителями муниципальных единиц. Такая привязка позволяет формировать матрицы расстояний, но не устанавливает фактическое местоположение изобретателей, исследовательских лабораторий или производственных площадок. Показатели затрат на НИОКР, численности исследователей и университетского потенциала рассматриваются как характеристики научно-инновационных ресурсов территорий. Их сопоставимость определяется уровнем исходной статистики и правилами муниципального распределения. Для оценки пространственной зависимости применяется модель Дурбина (SDM), позволяющая разграничить прямые и косвенные статистические эффекты. Полученные коэффициенты характеризуют связи между территориальными показателями.

Одной из ключевых задач при моделировании пространственных экстерналий в агломерациях является обоснование матриц пространственных весов. Использование матриц бинарного соседства (типа «королева» или «ладья») для внутриагломерационных территорий признано некорректным, поскольку ядро агломерации может не иметь общих границ с отдаленными пригородными муниципалитетами, однако экономические и маятниковые связи между ними носят интенсивный характер. Для сопоставления пространственных взаимодействий рассматриваются три спецификации матрицы весов: обратная квадратичная зависимость от расстояния, гравитационная зависимость с учётом характеристик муниципалитетов и транспортная доступность между территориальными центрами.

Базовая спецификация модели производства знаний была расширена до пространственной модели Дурбина (SDM). Выбор в пользу SDM обусловлен ее способностью разделять общие пространственные эффекты на прямые (воздействие локальных факторов на результат в данном муниципалитете) и косвенные (пространственные перетоки, или spillover effects, отражающие влияние факторов соседних территорий на результат в данном муниципалитете). Перед оценкой итоговой спецификации были протестированы пространственная

авторегрессионная модель (SAR) и модель пространственной ошибки (SEM) с использованием тестов множителей Лагранжа. Тесты подтвердили наличие неучтенной пространственной зависимости в зависимой переменной и в независимых факторах, что сделало SDM наиболее адекватным инструментом. Для устранения эндогенности, вызванной одновременным характером процессов локализации патентования и накопления человеческого капитала, применен метод двухшагового наименьших квадратов (2SLS) с инструментальными переменными, в роли которых выступили исторические показатели развития научной инфраструктуры в данных локациях.

Результаты исследования и их обсуждение. Первичный анализ пространственной автокорреляции с использованием глобального индекса Морана выявил высокую степень кластеризации инновационной активности в пределах российских агломераций. Значения индекса стабильно превышают 0,45 при уровне значимости $p < 0,01$, что свидетельствует о формировании устойчивых пространственных кластеров. Локальный анализ (LISA-картограммы) показывает выраженную пространственную дифференциацию: ядра агломераций формируют кластеры типа «высокий-высокий», концентрируя до 80% всех патентов, тогда как пригородные муниципалитеты чаще относятся к категории «низкий-высокий». Это указывает на то, что близость к инновационному ядру не гарантирует перетока технологий (таблица 1).

Таблица 1 - Оценка прямых, косвенных и общих эффектов в пространственной модели Дурбина (зависимая переменная - логарифм числа выданных патентов)

Переменная	Прямой эффект	Косвенный эффект (spillover)	Общий эффект
Логарифм затрат на НИОКР	0,312*** (0,041)	0,084** (0,038)	0,396*** (0,052)
Логарифм числа исследователей	0,405*** (0,055)	0,112** (0,049)	0,517*** (0,068)
Логарифм университетского потенциала	0,287*** (0,039)	-0,045* (0,026)	0,242*** (0,044)
Пространственный лаг зависимой переменной	0,215*** (0,033)	-	-

Источник: разработано авторами.

Примечание: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Стандартные ошибки в скобках.

Результаты эконометрического оценивания (таблица 1) указывают на асимметричный характер пространственных экстерналий. Прямые эффекты локальных затрат на НИОКР и концентрации исследователей остаются основными факторами патентной активности. Косвенные эффекты, отражающие диффузию знаний от коммерческого сектора, носят положительный, но умеренный характер, подтверждая гипотезу о затухании перетоков с расстоянием. Наиболее парадоксальную картину демонстрирует влияние университетского потенциала. Если на локальном уровне наличие мощных исследовательских университетов стимулирует патентование, то на уровне косвенных эффектов коэффициент оказывается отрицательным и статистически значимым (рисунок 1).

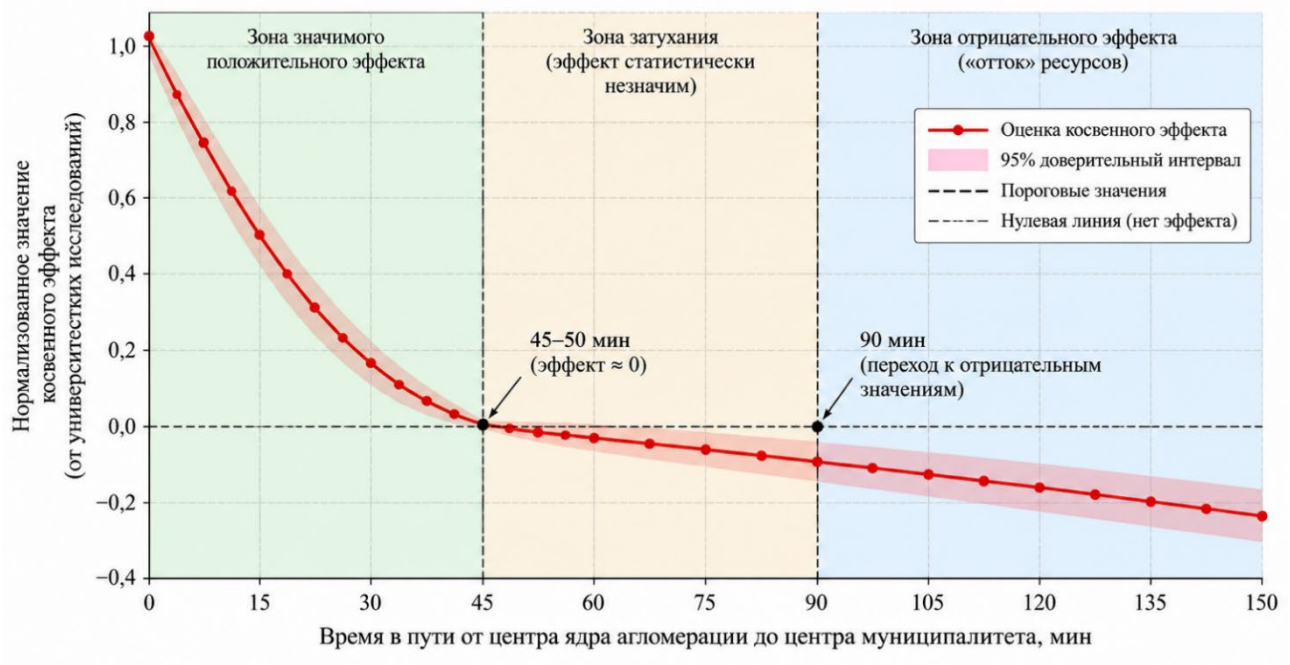


Рисунок 1 - Кривая затухания инновационных перетоков (косвенных эффектов) в зависимости от транспортной доступности до ядра агломерации (источник: разработано авторами)

Полученные оценки показывают различия прямого и косвенного статистических эффектов университетского потенциала. Прямой эффект составляет 0,287 и значим на уровне 1 %, тогда как косвенный эффект равен

−0,045 и отмечен как значимый на уровне 10 %. Таким образом, результаты позволяют предположить наличие пространственной асимметрии связи университетских ресурсов с патентной активностью соседних муниципальных образований.

Выявленные барьеры для диффузии технологий между ядрами агломераций и их пригородными зонами носят не только географический, но и институциональный характер. Анализ показывает, что различия в технологическом уровне между градообразующими предприятиями пригородов и высокотехнологичными кластерами ядер настолько значительны, что ограничивают способность пригородных предприятий воспринимать и осваивать новые технологии (рисунок 2).

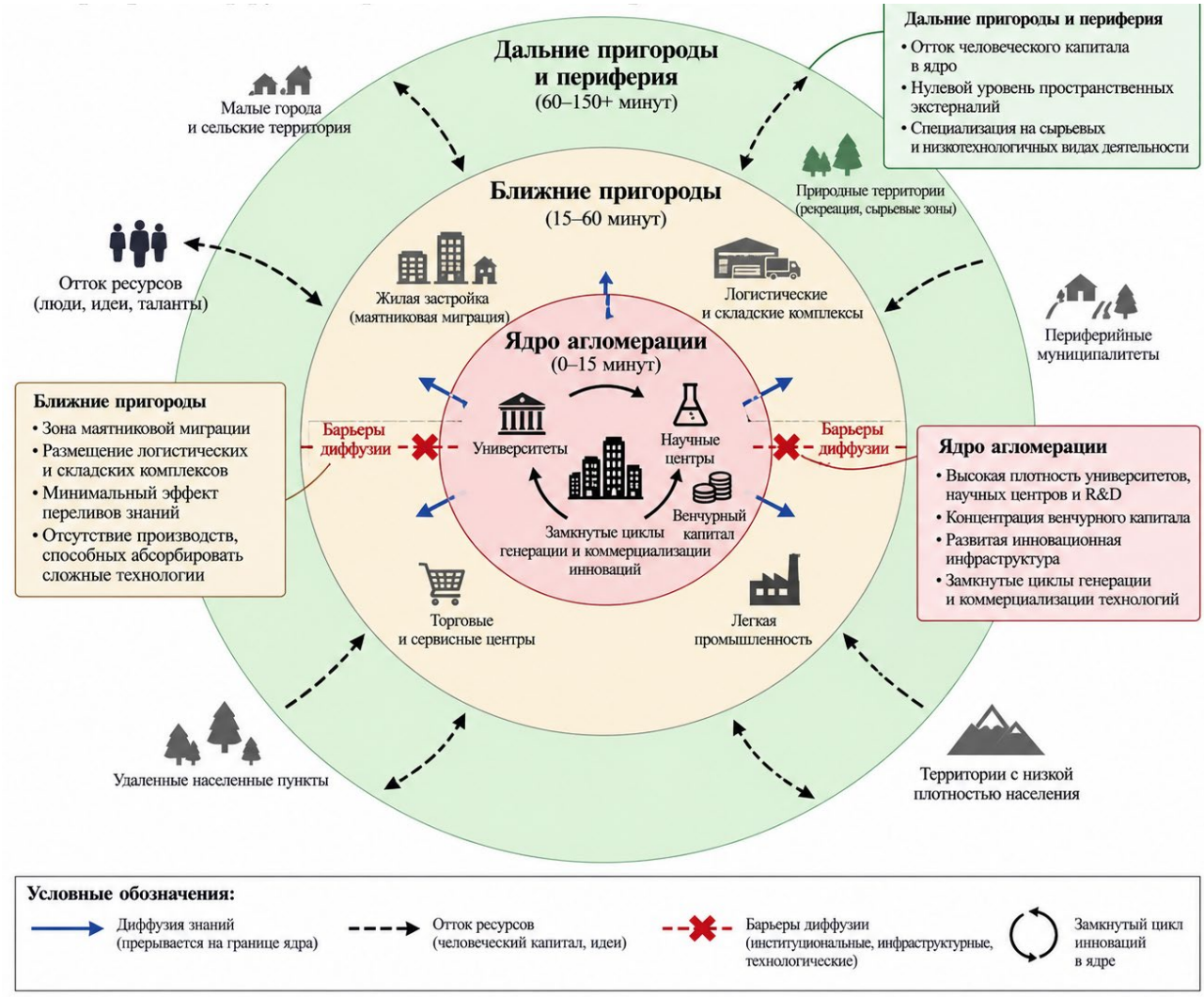


Рисунок 2 – Концептуальная схема пространственной поляризации и барьеров диффузии в российской агломерации (источник: разработано авторами)

Полученные оценки показывают, что потенциал инновационного пространства российских агломераций, определяемый количеством возможных связей, используется крайне неэффективно. Институциональная среда, складывающаяся на границах муниципальных образований, часто препятствует формированию устойчивых сетей коммуникации. Предприятия пригородных зон, лишенные критической массы инновационно-активных компаний, оказываются в ситуации перманентного технологического отставания. Стимулирование взаимодействия науки и бизнеса не может ограничиваться точечным финансированием отдельных организаций в ядре; оно требует целенаправленного развития транспортной и коммуникационной связности, а также создания промежуточных технологических площадок, способных выступать мостами для диффузии знаний. Количественная оценка этих пространственных эффектов открывает путь к более точному прогнозированию траекторий регионального развития и выявлению скрытых резервов роста за пределами доминирующих центров, что соответствует задачам современной экономической и социальной географии.

Выводы. Подводя итог проведенному исследованию, необходимо констатировать, что территориальная организация инновационной деятельности в российских агломерациях характеризуется глубоким структурным расслоением. Эмпирически подтвержденный факт локализации пространственных экстерналий в пределах жестких дистанционных ограничений свидетельствует о том, что механическое наращивание научного потенциала в ядрах агломераций не приводит к автоматическому распространению технологических эффектов на периферийные муниципалитеты. Напротив, доминирующие исследовательские центры зачастую усиливают инновационную поляризацию, концентрируя человеческий капитал и финансовые ресурсы пригородных зон, но не обеспечивая сопоставимого распространения создаваемых знаний на периферию, что способствует сохранению территориального неравенства.

Подобная конфигурация напрямую влияет на эффективность использования общего пространства инноваций. Как показали расчеты, потенциальные связи между научными организациями и высокотехнологичными предприятиями остаются нереализованными именно на стыках муниципальных образований. Возникает парадоксальная ситуация, при которой физическая близость субъектов инновационного процесса не трансформируется в устойчивые коммуникационные сети. Разрыв в технологических укладах между градообразующими предприятиями ближних пригородов и кластерами ядер превышает порог восприимчивости, что блокирует естественные механизмы диффузии и создает разорванный инновационный ландшафт.

Выявленные пространственные диспропорции диктуют необходимость пересмотра подходов к региональной инновационной политике. Традиционная практика точечного финансирования отдельных организаций или создания изолированных технопарков в рамках одного муниципалитета доказала свою недостаточность. Поэтому приоритетным направлением становится развитие межмуниципальных связей и последовательное формирование единого инновационного пространства. Это требует учета реальных маятниковых потоков, транспортной доступности и неформальных сетей взаимодействия, которые системно игнорируются при жестком административном делении территории.

В качестве возможного направления развития межмуниципального инновационного взаимодействия предлагается рассмотреть размещение промежуточных технологических площадок между агломерационными ядрами и периферийными производственными зонами. Интервал транспортной доступности 40–60 минут может использоваться как предварительный ориентир для сценарного отбора территорий. При практической апробации целесообразно сопоставлять несколько интервалов доступности и учитывать размещение предприятий, университетов, транспортных узлов и существующих центров

инновационной инфраструктуры.

Помимо физической организации территорий, не менее важен институциональный аспект пространственной интеграции. Органам регионального управления следует стимулировать создание межмуниципальных консорциумов, объединяющих власти ядер и пригородов для совместного финансирования инфраструктуры. Синхронизация правил землепользования, налоговых преференций и программ поддержки бизнеса на уровне всей агломерации, а не ее отдельных частей, позволит снизить транзакционные издержки при перемещении инновационных ресурсов. Кроме того, в систему оценки эффективности региональных инновационных систем необходимо включить показатели пространственной связности и сместить акцент с абсолютных объемов патентования на интенсивность межтерриториального обмена знаниями.

В конечном счете пространственные характеристики территории следует рассматривать не только как условия протекания экономических процессов, но и как значимый объект государственного регулирования. Преодоление поляризации в российских агломерациях невозможно исключительно экономическими методами; оно требует глубокой географической проработки, учитывающей специфику расселения, транспортные каркасы и локальную специфику взаимодействия общества, науки и бизнеса. Только интеграция пространственного эконометрического анализа в практику территориального планирования позволит раскрыть скрытый потенциал периферийных зон и обеспечить сбалансированное развитие экономики знаний на мезоуровне.

Список литературы

1. Терещенко Д. С. Межрегиональные эффекты инноваций в России: анализ с позиций байесовского подхода // Пространственная экономика. 2024. Т. 20. № 1. С. 125–143. DOI: 10.14530/se.2024.1.125-143.
2. Yang N., Liu Q. How Does Industrial Agglomeration Affect Regional Innovation? A Spatial Econometric Analysis // Growth and Change. 2023. Vol. 54. No. 4. P. 826–

852. DOI: 10.1111/grow.12677.

3. Олифир Д. И. Пространственный потенциал агломерационных эффектов: методика определения на материалах Санкт-Петербургской агломерации // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2024. Т. 17. № 2. С. 113–128. DOI: 10.15838/esc.2024.2.92.6.

4. Tsangaris S., Xepapadeas A., Yannacopoulos A. N., Salvati L. Spatial Externalities, R&D Spillovers, and Endogenous Technological Change // Regional Science and Urban Economics. 2024. Vol. 109. Art. 104055. DOI: 10.1016/j.regsciurbeco.2024.104055.

5. Коломак Е. А., Шерубнева А. И. Оценка значимости агломерационных эффектов на юге Сибири // Пространственная экономика. 2023. Т. 19. № 1. С. 52–69. DOI: 10.14530/se.2023.1.052-069.

6. Dai X., Tang J., Huang Q., Cui W. Knowledge Spillover and Spatial Innovation Growth: Evidence from China's Yangtze River Delta // Sustainability. 2023. Vol. 15. No. 19. Art. 14370. DOI: 10.3390/su151914370.

7. Yan M., Zhao J. Mechanisms and Spatial Spillover Effects of Artificial Intelligence Industrial Agglomeration on Regional Innovation Level // Applied Geography. 2026. Vol. 195. Art. 104147. DOI: 10.1016/j.apgeog.2026.104147.

8. Дорошенко С. В., Шорохова И. С. Институциональные эффекты и инновационное развитие регионов России // Пространственная экономика. 2023. Т. 19. № 3. С. 113–135. DOI: 10.14530/se.2023.3.113-135.

9. Huang D., Xu G., Li C., Yang S. Effects of High-Tech Industrial Agglomeration and Innovation on Regional Economic Development in China: Evidence from Spatial-Temporal Analysis and Spatial Durbin Model // Economic Analysis and Policy. 2025. Vol. 86. P. 692–712. DOI: 10.1016/j.eap.2025.04.005.

10. Макришина М. В., Гамидуллаева Л. А. Агломерационные эффекты: динамика теоретических подходов и вызовы для регионального развития // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2025. № 2. С. 5–21. DOI: 10.21685/2227-8486-2025-2-1.

11. Barboza G., Braga A. Agglomeration and Spillovers: Concentration versus Dispersion. Evidence from Regional Innovative Startups in Italy // The Journal of Technology Transfer. 2025. DOI: 10.1007/s10961-025-10293-9.

12. Павлов Ю. В. Выявление и анализ агломерационных эффектов в экономике региона (на примере Самарской области) // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13. № 8. С. 2983–3004. DOI: 10.18334/epp.13.8.118827.

13. Obschonka M., Tavassoli S., Rentfrow P. J., Potter J., Gosling S. D. Innovation and Inter-City Knowledge Spillovers: Social, Geographical, and Technological Connectedness and Psychological Openness // Research Policy. 2023. Vol. 52. No. 8. Art. 104849. DOI: 10.1016/j.respol.2023.104849.

14. Li Q., Du D., Yu Y. Scaling and Network Evolution of Technology Transfer in US Cities // Nature Cities. 2025. Vol. 2. P. 316–326. DOI: 10.1038/s44284-025-00209-x.

15. Майсигова Л. А. Современная методология идентификации экономических кластеров и агломерационных эффектов: вызовы и решения для развития регионального управления // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. 2025. Т. 5. Вып. 4. С. 353–364. DOI: 10.34130/2070-4992-2025-5-4-353.

16. Qin J., Luo W., Cheng Q. Industrial Collaborative Agglomeration and Green Innovation: Spatial Interactions and Regional Impacts // The Annals of Regional Science. 2026. Vol. 75. No. 1. P. 1–28. DOI: 10.1007/s00168-025-01444-9.

17. Zhang H., Zhang K., Yan T., Cao X. The Impact of Digital Infrastructure on Regional Green Innovation Efficiency through Industrial Agglomeration and Diversification // Humanities and Social Sciences Communications. 2025. Vol. 12. Art. 220. DOI: 10.1057/s41599-025-04512-9.

References

1. Tereshchenko D. S. Interregional Innovation Effects in Russia: A Bayesian Analysis // Spatial Economics. 2024. Vol. 20. No. 1. Pp. 125–143. DOI: 10.14530/se.2024.1.125-143.

2. Yang N., Liu Q. How Does Industrial Agglomeration Affect Regional Innovation?

A Spatial Econometric Analysis // Growth and Change. 2023. Vol. 54. No. 4. Pp. 826–852. DOI: 10.1111/grow.12677.

3. Olifir D. I. Spatial Potential of Agglomeration Effects: A Methodology for Determining the Results of the St. Petersburg Agglomeration // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2024. Vol. 17. No. 2. Pp. 113–128. DOI: 10.15838/esc.2024.2.92.6.

4. Tsangaris S., Xepapadeas A., Yannacopoulos A. N., Salvati L. Spatial Externalities, R&D Spillovers, and Endogenous Technological Change // Regional Science and Urban Economics. 2024. Vol. 109. Art. 104055. DOI: 10.1016/j.regsciurbeco.2024.104055.

5. Kolomak E. A., Sherubneva A. I. Assessing the Significance of Agglomeration Effects in the South of Siberia // Spatial Economy. 2023. T. 19. No. 1. P. 52–69. DOI: 10.14530/se.2023.1.052-069.

6. Dai X., Tang J., Huang Q., Cui W. Knowledge Spillover and Spatial Innovation Growth: Evidence from China's Yangtze River Delta // Sustainability. 2023. Vol. 15.No. 19. Art. 14370. DOI: 10.3390/su151914370.

7. Yan M., Zhao J. Mechanisms and Spatial Spillover Effects of Artificial Intelligence Industrial Agglomeration on Regional Innovation Level // Applied Geography. 2026. Vol. 195. Art. 104147. DOI: 10.1016/j.apgeog.2026.104147.

8. Doroshenko S. V., Shorokhova I. S. Institutional effects and innovative development of Russian regions // Spatial Economy. 2023. Vol. 19. No. 3. pp. 113–135. DOI: 10.14530/se.2023.3.113-135.

9. Huang D., Xu G., Li C., Yang S. Effects of High-Tech Industrial Agglomeration and Innovation on Regional Economic Development in China: Evidence from Spatial-Temporal Analysis and Spatial Durbin Model // Economic Analysis and Policy. 2025. Vol. 86. pp. 692–712. DOI: 10.1016/j.eap.2025.04.005.

10. Makrishina M. V., Gamidullaeva L. A. Agglomeration effects: Dynamics of theoretical approaches and challenges for regional development // Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2025. No. 2. pp. 5–21. DOI:

10.21685/2227-8486-2025-2-1.

11. Barboza G., Braga A. Agglomeration and Spillovers: Concentration versus Dispersion. Evidence from Regional Innovative Startups in Italy // The Journal of Technology Transfer. 2025. DOI: 10.1007/s10961-025-10293-9.

12. Pavlov Yu. V. Identification and Analysis of Agglomeration Effects in the Regional Economy (using the Samara Region as an Example) // Economy, Entrepreneurship and Law. 2023. Vol. 13. No. 8. pp. 2983–3004. DOI: 10.18334/epp.13.8.118827.

13. Obschonka M., Tavassoli S., Rentfrow P. J., Potter J., Gosling S. D. Innovation and Inter-City Knowledge Spillovers: Social, Geographical, and Technological Connectedness and Psychological Openness // Research Policy. 2023. Vol. 52. No. 8. Art. 104849. DOI: 10.1016/j.respol.2023.104849.

14. Li Q., Du D., Yu Y. Scaling and Network Evolution of Technology Transfer in US Cities // Nature Cities. 2025. Vol. 2. pp. 316–326. DOI: 10.1038/s44284-025-00209-x.

15. Maisigova L. A. Modern Methodology for Identifying Economic Clusters and Agglomeration Effects: Challenges and Solutions for the Development of Regional Management // Corporate Management and Innovative Development of the Northern Economy. 2025. Vol. 5. Issue 4. pp. 353–364. DOI: 10.34130/2070-4992-2025-5-4-353.

16. Qin J., Luo W., Cheng Q. Industrial Collaborative Agglomeration and Green Innovation: Spatial Interactions and Regional Impacts // The Annals of Regional Science. 2026. Vol. 75.No. 1. P. 1–28. DOI: 10.1007/s00168-025-01444-9.

17. Zhang H., Zhang K., Yan T., Cao X. The Impact of Digital Infrastructure on Regional Green Innovation Efficiency through Industrial Agglomeration and Diversification // Humanities and Social Sciences Communications. 2025. Vol. 12. Art. 220. DOI: 10.1057/s41599-025-04512-9.

Статья поступила в редакцию 12.03.2026; одобрена после рецензирования 23.04.2026; принята к публикации 30.08.2026.

The article was submitted 12.03.2026; approved after peer review 23.04.2026; accepted for publication 30.08.2026.