

Г. А. Унтура^{а)}, М. А. Канева^{б)}, О. Н. Морошкина^{в)}^{а, в)} Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Российская Федерация^{а)} Новосибирский национальный исследовательский университет, Новосибирск, Российская Федерация^{б)} Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара, Москва, Российская Федерация^{а)} <http://orcid.org/0000-0002-0987-3137>, e-mail: galina.untura@gmail.com^{б)} <http://orcid.org/0000-0002-9540-2592>^{в)} <http://orcid.org/0000-0001-5450-1853>

Феномен структурно-технологической близости и перетоки знаний в регионах России¹

Теоретические и эмпирические исследования в разных странах показали, что важной предпосылкой развития и экономического роста регионов является феномен пространственной и непространственной близости регионов, который порождает перетоки знаний. Цель исследования — разработка методического подхода к измерению и визуализации пространственной и структурно-технологической близости, влияющей на переток знаний между регионами, апробация приемов картографической визуализации близости регионов России. В статье проанализированы зарубежные и отечественные подходы к исследованию пространственной и непространственной близости. Новыми результатами для отечественных исследований являются обоснование содержания этапов, составляющих методический инструментарий количественной оценки разных видов близости регионов, и способ построения типологии регионов на основе коэффициентов матрицы непространственной близости, рассчитанных по показателю «валовая добавленная стоимость» по 15 секторам общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД) для регионов России. На примере Новосибирской области для 2005 и 2016 гг. выполнены методические приемы измерения и визуализации географической и структурно-технологической близости данного региона по отношению к другим регионам РФ. Показано, что для Новосибирской области, занимающей срединное географическое положение в стране и имеющей диверсифицированную структуру видов экономической деятельности и науки, возрастает возможность возникновения каналов перетока знаний со многими европейскими регионами России и некоторыми регионами Урала и Дальнего Востока. Матрицы близости могут использоваться в эконометрических исследованиях, проверяющих гипотезы о влиянии разных форм близости на экономический рост регионов. Рекомендации о необходимости активизации каналов перетока знаний совпадают с предложениями о поддержке территорий инновационного развития, выдвинутыми в Пространственной стратегии России до 2025 г.

Ключевые слова: регионы России, экономический рост, переток знаний, пространственная близость, структурно-технологическая близость, измерение, визуализация, типологии, Новосибирская область

Благодарность

Исследование выполнено в рамках базового проекта плана НИР Проект XI.174.1.1.(0.325–2019–0008) «Экономика Сибири и ее регионов в условиях внешних и внутренних вызовов и угроз: методология, тенденции, прогнозы».

Для цитирования: Унтура Г. А., Канева М. А., Морошкина О. Н. Феномен структурно-технологической близости и перетоки знаний в регионах России // Экономика региона. 2020. Т. 16, вып. 4. С. 1254-1271. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-17>

¹ © Унтура Г. А., Канева М. А., Морошкина О. Н. Текст.2020.

ORIGINAL PAPER

Galina A. Untura ^{a)}, Maria A. Kaneva ^{b)}, Olga N. Moroshkina ^{c)}^{a, c)} Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of RAS, Novosibirsk, Russian Federation^{a)} Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation^{b)} Gaidar Institute for Economic Policy, Moscow, Russian Federation^{a)} <http://orcid.org/0000-0002-0987-3137>, e-mail: galina.untura@gmail.com^{b)} <http://orcid.org/0000-0002-9540-2592>^{c)} <http://orcid.org/0000-0001-5450-1853>**Phenomenon of Structural-Technological Proximity and Knowledge Spillovers between Russian Regions**

International theoretical and empirical studies have shown that regional development and economic growth largely depend on spatial and non-spatial proximity of regions, which generates knowledge spillovers. We developed a methodological approach to measuring and visualising spatial and structural-technological proximity affecting regional knowledge spillovers. Moreover, we tested the techniques of the cartographic visualisation of the proximity of Russian regions. Further, we analysed foreign and domestic approaches to studying spatial and non-spatial proximity and obtained new results. We described the stages constituting a methodology for the quantitative assessment of different types of regional proximity. Additionally, we proposed a method for constructing a typology of regions based on the coefficients of the non-spatial proximity matrix, calculated according to the indicator “gross value added” for 15 sectors of the Russian National Classifier of Economic Activities (OKVED) for Russian regions. Using the data for the Novosibirsk region in 2005 and 2016, we applied methodological techniques for measuring and visualising geographical and structural-technological proximity (STB) of a region in relation to other constituent entities of the Russian Federation. The Novosibirsk region is located in the middle of the country and has a diversified structure of economic activities and science. For this particular region, there has been an increase in the likelihood of the emergence of knowledge spillover channels with various European regions of Russia and some regions of the Urals and the Far East. Proximity matrices can be used in econometric studies to test hypotheses about the impact of different forms of proximity on regional economic growth. Recommendations to enhance knowledge spillover coincide with the proposals to support the areas of innovative development stated in The Strategy of Spatial Development of the Russian Federation for the period until 2025.

Keywords: Russian regions, economic growth, knowledge spillovers, spatial proximity, structural-technological proximity, measurement, visualisation, typologies, Novosibirsk region

Acknowledgments

The article has been prepared in accordance with the research plan the Project XI.174.1.1. (0.325–2019–0008) “Economy of Siberia and its regions in the context of external and internal challenges and threats: methodology, trends, forecasts”.

For citation: Untura, G. A., Kaneva, M. A. & Moroshkina, O. N. (2020). Phenomenon of Structural-Technological Proximity and Knowledge Spillovers between Russian Regions. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(4), 1254-1271, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-17>

1. Введение

Многочисленные теоретические и эмпирические исследования показали, что экономический рост регионов как открытых систем происходит не только в зависимости от труда и капитала, но и под воздействием нематериальных факторов производства, в том числе локальных и внешних знаний [1–11]. Знания¹ создаются и накапливаются в ходе исследований и разработок, которые финансируются из различных источников, а затем используются в фирмах регионов. Д. Одретч и М. Фелдман [11] показали, что в экономике происходит кластеризация экономической де-

ятельности в тех отраслях промышленности и в тех регионах, в которых происходят активные процессы генерации знаний за счет трех источников знаний: высококвалифицированной рабочей силы, научных исследований и разработок и фундаментальных исследований. Переток знаний происходит в форме открытой передачи (или продажи) востребованных знаний от их обладателей фирмам и регионам. Это явление присуще региональной экономике, поскольку вызвано неоднородностью размещения исследовательских центров.

Близость источников производства знаний, плотность их размещения в пространстве — важные условия, которые создают предпосылки для перетока знаний. В частности, переток знаний рассматривается как косвенный (внешний по отношению к региону) фактор роста, порождаемый вложениями в исследования и разработки одних фирм или регионов, а за-

¹ В обобщенном понимании знание — это результат процесса познавательной деятельности (в разных контекстах), а знание индивида (или группы индивидов) — это владение информацией, позволяющей принимать стратегические решения или решить какую-либо практическую задачу.

тем полученные результаты в виде новых технологий или патентов могут повлиять на экономику других фирм и регионов [12–14]¹.

Оценки вклада перетока знаний в экономический рост регионов или в отдельные показатели продуктивности производства знаний (патенты, объем инновационной продукции) с учетом географической (пространственной) близости были получены в эмпирических исследованиях для разных стран и регионов [8–11, 13, 15, 16]. В начале 2000-х гг. явление географической близости регионов было объектом экономико-географических исследований. Переток знаний измеряли по формулам, учитывающим как масштабы финансирования науки, так и различные виды матриц пространственной близости регионов. Переменная, учитывающая матрицу пространственной близости регионов, в панельной регрессии модели эндогенного роста и в моделях пространственной эконометрики трактовалась как пространственный лаг.

Дальнейшее изучение причин перетока знаний, по мнению ряда исследователей [8, 13], указало на то, что помимо географического пространства, следует учитывать близость регионов в экономическом, рыночном, технологическом, организационно-институциональном пространствах, которые измеряются другими единицам измерения.

Перетоки знаний, в том числе и в материализованной форме, могут латентно проявиться как определяющие факторы экономического роста других регионов посредством торговых потоков, импорта техники, внешних инвестиций, использования общих рынков квалифицированных кадров. Для индустриальных форм организации экономической деятельности в регионе различают два типа внешних экстерналий по отношению к распространению знаний: экстерналии специализации (перетоки по Маршаллу – Эрроу – Ромеру), которые наблюдались в рамках конкретной отрасли посредством перетока знаний между фирмами [17], и экстерналии разнообразия, которые благоприятствовали созданию новых идей в разных секторах (перетоки по Джейкобс) [18]. Они вызваны перетоками технологических знаний как внутри региона, так и между регионами, которые похожи по отраслевой структуре хозяйства и уровню применяемых технологий.

¹ В этой статье мы не будем детализировать виды знаний и каналы их перетоков в силу ограниченности формата публикации, они частично исследованы [12, 14].

Помимо географической и технологической близости, как отметил Р. Бошма, на восприятие знаний в регионах, их адаптацию к местным условиям продуктивно влияют и другие виды непространственной близости: когнитивная, организационная, социальная, институциональная, которые присущи познавательной функции знаний и человеческому капиталу [19]. Непространственные близости, как показано С. Бреши и Ф. Лисоне, часто обеспечивают движение потоков знаний в сетях независимо от географического расстояния и способствуют использованию «отдаленных» знаний [20].

Ведется дискуссия о том, какой вид близости между регионами более значим для роста экономики. В моделях пространственной эконометрики проверено, что на экономический рост регионов влияет не только географическая близость, но и многие виды непространственной близости, которые позволяют более эффективно адаптировать знания и технологий извне [7, 8–9, 21–24]. В современных работах, непосредственно относящихся к учету технологической близости, приведены результаты анализа влияния пространственной агломерации (концентрации) на инновационную деятельность. В частности, Р. Морено показал для широкого круга производств, что технологическая близость сама по себе не влияет на инновационную деятельность, если только она не связана с географической близостью [21].

Результат исследования А. Карагли и П. Нейкампа [13], также выявил разнообразие и неоднозначность влияния перетока знаний между регионами ЕС, произошедших благодаря географическим, социальным, когнитивным и технологическим каналам близости, которые максимизируют отдачу местных инвестиций в зависимости от уровня местной поглощающей способности знаний. Актуальность этих исследований возрастает в контексте пространственного развития разных стран мира и глобального перетока знаний.

В России проблематика связи перетоков знаний и видов близости еще не получила заметного теоретического и эмпирического исследования. Известны лишь отдельные примеры эмпирической оценки влияния географической близости на экономический рост или инновационное развитие регионов [24–27]. Вместе с тем пока мало работ, посвященных непространственным видам близости и их измерению. Для восполнения этого пробела мы уделим внимание в статье од-

ному из видов непространственной близости, а именно — технологической близости. Расчет матриц технологической близости регионов важен для формулировок предварительных гипотез и проведения расчетов по моделям пространственной эконометрики, подтверждающих или опровергающих значимость технологической близости для формирования перетоков знаний.

Цель исследования — разработка методического подхода к измерению и визуализации пространственной и непространственной близости, влияющих на переток знаний между регионами, апробация приемов картографической визуализации структурно-технологической близости регионов РФ.

В статье развивается методология исследования перетоков знаний, вызванных пространственной и непространственной близостью, которую разработали А. Лос, Р. Крещенци, Е. Марокку, А. Карагли и П. Нейкамп. Мы предлагаем еще один способ измерения технологической близости, назвав ее структурно-технологической близостью (СТБ). Она базируется на учете структуры хозяйства региона по видам экономической деятельности, а не на распределении патентов по технологическим классам, как в [9].

Картографическая визуализация разных видов близости — это отдельная задача исследования, поскольку ее решение позволяет, во-первых, выявить ближних или дальних соседей для какого-то региона в смысле физической близости, во-вторых, отобразить типологию близких регионов по технологической специализации и структуре производств, между которыми могут возникнуть перетоки знаний. Особенно благоприятные предпосылки для перетока знаний, по-видимому, могут возникнуть при взаимодополняемости географической и структурно-технологической близости.

2. Теоретические подходы, учитывающие влияние науки и перетоков знаний на экономический рост

В теории инновационных систем [1, 11], теории экономического роста с эндогенным техническим прогрессом [3–5], в производственных функциях знаний для фирм и регионов [6] затраты на создание знаний и перетоки знаний рассматривались в качестве источников экономического роста. В концепции новой экономической географии, агломерационной теории, пространственной эконометрике перетоки знаний изучались во взаимосвязи

с географической близостью. В последние годы активизировались исследования связи потоков знаний и непространственных видов близости регионов [7–10, 13, 22]. Обобщенное представление о моделировании и эмпирическом анализе связей экономического роста, материальных и нематериальных факторов производства, перетоков знаний, вызванных различными видами близости регионов, показано на рисунке 1. В статье уделим основное внимание структурно-технологической близости, методу ее измерения, гипотезам об ее воздействии на перетоки знаний.

В контексте региональных исследований перетоки знаний — это вид межрегиональных потоков, восполняющих нехватку результатов исследований и разработок, а также технологий в качестве интеллектуальных ресурсов развития региона. В данном случае речь идет о привлечении в конкретные регионы внешних знаний и информации (по аналогии с тем, как ввозятся товары, капитал, трудовые ресурсы). Есть регионы-доноры и регионы — реципиенты знаний. Это явление присуще региональной экономике, поскольку оно вызвано, в частности, неоднородностью размещения исследовательских центров. Переток знаний происходит в форме бесплатной передачи или продажи востребованных знаний от их обладателей фирмам в регионах. Вследствие географической близости регионов знания (овеществленные или неявные) при наличии спроса на них в условиях конкурентного предложения пересекают границы регионов в разных формах. Кроме того, переток знаний происходит по разным каналам коммуникаций не только между регионами-соседями, но и между разными другими регионами.

Выделим несколько направлений в исследовании перетока знаний, которые связаны с потоками знаний между регионами.

Первое направление выделяет в качестве предпосылки перетока знаний, прежде всего, пространственную близость регионов, их доступность различными транспортными средствами. Полагают, что пространственная / географическая близость потенциально может снизить трансакционные издержки получения и усвоения знаний, поскольку знания распространяются главным образом через личные контакты. Подразумевается, что чем ближе агенты, тем выше вероятность их встречи и усвоения знаний [8, 15, 23–29]. Пространственную близость измеряют разными метриками и строят матрицы расстояний, в [27], в частности, применялся индекс доступности (1):

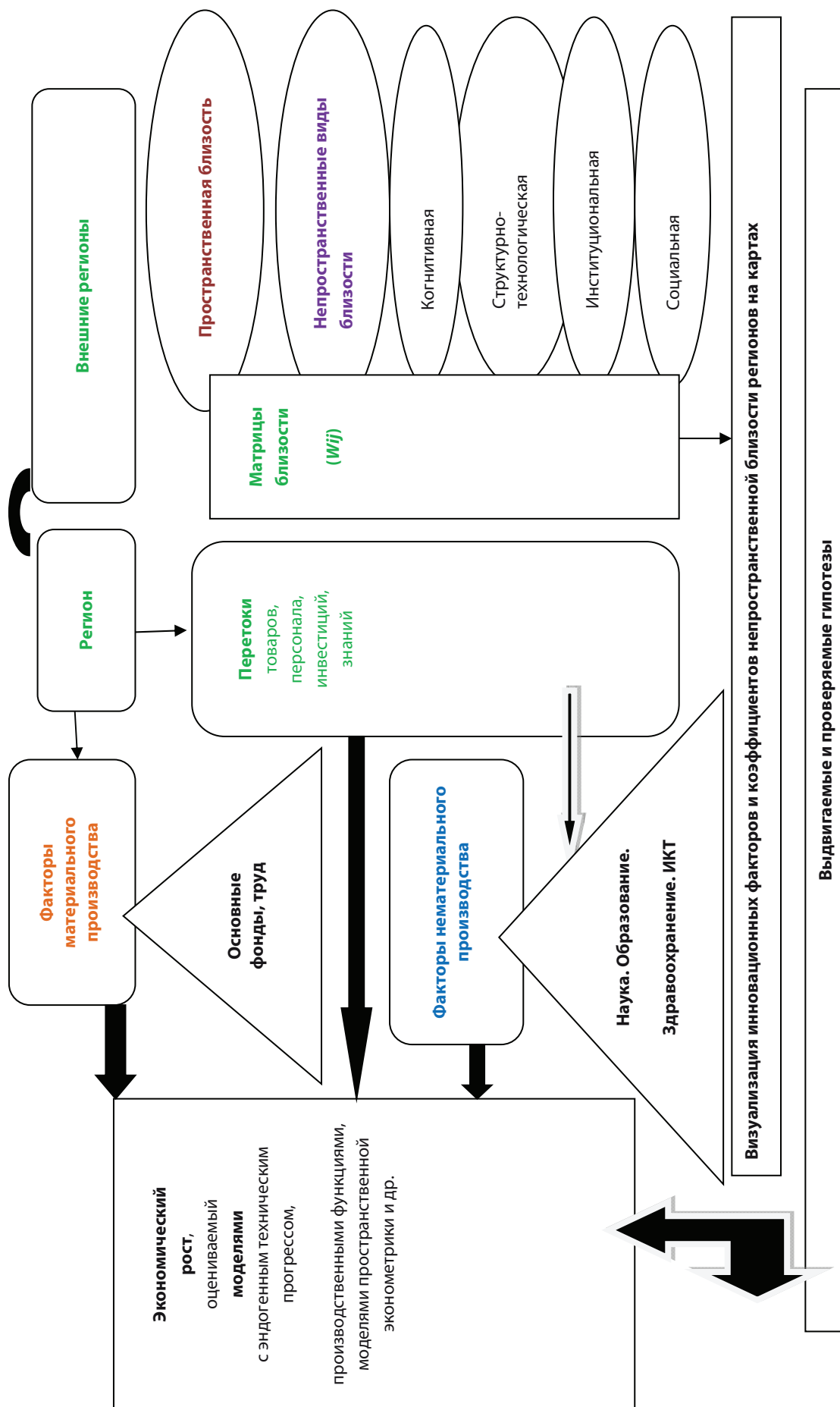


Рис. 1. Место разных видов близости и перетоков знаний в схеме моделирования факторов, влияющих на экономический рост
Fig. 1. Different types of proximity and knowledge spillovers in the simulation scheme of factors affecting economic growth

$$f(c_{ij}) = \frac{1}{d_{ij}} \cdot \frac{1}{\sum_j \frac{1}{d_{ij}}}, \quad (1)$$

где d_{ij} — это расстояние между регионами i и j [29].

Альтернативно для вычисления пространственной близости можно использовать матрицу расстояний W . Коэффициенты w_{ij} матрицы вычисляются разными методами [8, 9, 13, 15]. Например, учитывают физические расстояния между границами разных регионов, центрами регионов, регионов-соседей и т. д. Если в качестве W построена матрица «соседства» регионов, то это матрица с элементами 1, если есть соседние границы, и 0 — если их нет между регионами.

Поскольку переток совокупности знаний в разной форме не поддается измерению, в моделях используют прокси-переменную, которая показывает, что результаты познавательной деятельности пропорциональны суммарным вложениям в локальные и внешние исследования и разработки. Поэтому в моделях [15, 16] переток знаний количественно измерялся произведением $R\&D \times W$, то есть суммарным показателем затрат на науку ($R\&D$), взвешенным по парным связям близости w_{ij} с учетом всех регионов. Перетоки знаний могут рассчитываться по разным показателям инновационной деятельности, например, по численности занятых в НИР, по числу патентов [24].

Географическая близость как предпосылка возникновения перетока знаний изучается достаточно давно в разных странах для оценки значимости финансирования науки и технологических инноваций и выявления эффектов перетоков знания с учетом так называемого пространственного лага. Эмпирические выводы по разным странам о роли перетоков знаний для экономического роста вследствие географической близости регионов неоднозначны [8, 13, 25–27].

Как показал ряд зарубежных работ, не следует переоценивать значение физической близости для перетока знаний. Так, в 1990-х гг. Е. Боде обосновал для земель Западной Германии, что в целом межрегиональные экстерналии вносят значительный вклад в производство региональных знаний [23]. Вместе с тем из-за довольно высоких пространственных транзакционных издержек только небольшая часть знаний, имеющих в соседних регионах, фактически распространяется. Следовательно, вклад «внешних» знаний в инновационную де-

ятельность региона довольно низок, и только регионы с низкой плотностью НИР получают выгоду от перетоков знаний. Для регионов с высокой плотностью НИР выгоды оказываются незначительными. Одной из причин этого может быть своего рода самодостаточность научно-исследовательских центров, где у исследователей может быть меньше стимулов консультироваться с исследователями в других регионах. Эконометрические исследования для регионов России для 2007–2011 гг. показали, что влияние перетоков знаний, оцененных по затратам на технологические инновации и географической близости, незначимо для динамики роста ВРП [27]. Вероятно, одна из причин этого — низкая восприимчивость к инновациям. Однако оценки других работ по России, например Л. Алдъери и соавторов, показали, что перетоки знаний статистически значимы в случае затрат на науку [25]. Различия в оценках могут возникнуть из-за разных спецификаций моделей и выбора метрик расстояний между регионами, учтенных в W . Таким образом, близость в пространстве — это далеко не единственная предпосылка для перетоков знаний, хотя наиболее восприимчиво картографическое изображение физической близости, измеренное в единицах расстояния.

Второе направление смещает акцент анализа с канала «переток знаний в виде научных результатов, полученных за косвенного внешнего финансирования науки», на другие каналы перетока знаний. Знания в неявной и материализованной форме пересекают границы стран и регионов, например, за счет миграции [30], посредством мобильности кадров и научного и сотрудничества [14], прямых иностранных инвестиций [27], путем передачи знаний отделением региональным транснациональным корпорациям [31], через импорт и экспорт технологий и объектов интеллектуальной собственности [10, 24].

Третье направление изучает виды близости, которые Р. Крещенци назвал «непространственной близостью» (*non-spatial proximities*) [8]. Это близость, измеренная не в единицах физического расстояния между регионами, а в мерах «сходства / близости» показателей экономического пространства, институционального устройства и др. А. Карагли и П. Нейкамп полагают, что непространственная близость, независимо от расстояния, усиливает производство и адаптацию знаний за счет интеграции разных причин [13]. Их классификация дополняет, развивает более ранние работы, сопоставляю-

щие физическую близость регионов и другие предпосылки перетока знаний (например, схожую специализацию), и взаимосвязано описывает отдельные виды близости. Сопоставления значимости влияния разных форм близости в европейских странах показали, что зачастую географическая близость, если она сопряжена с непространственной близостью, способствует созданию инновационных кластеров и других интеграционных форм передачи знаний в регионах-соседах.

Ниже приведем трактовки отдельных форм близости, обсуждавшиеся в зарубежных источниках, чтобы затем позиционировать введенное нами определение структурно-технологической близости регионов.

Когнитивная близость основана на понятии когнитивного капитала. С одной стороны, когнитивный капитал был определен Р. Бошма как лежащие в основе познания психические процессы и возникающие идеи, подкрепленные культурой и идеологией, нормы, ценности, отношения и убеждения, которые способствуют совместному поведению и взаимным полезным коллективным действиям [19]. Два вида деятельности когнитивно близки, если для них используют набор навыков и компетенций, имеющих отношение к общей базе знаний. Чтобы учиться друг у друга, агенты в отдаленных регионах должны иметь взаимодополняемость опыта и навыков. С другой стороны, отрасли и регионы должны быть когнитивно ни слишком близкими, ни слишком отдаленными, чтобы запустить процессы взаимного обучения.

Технологическая близость обеспечивает более быстрое распространение знаний между людьми, которые используют один и тот же научный язык или разделяют одну и ту же технологическую парадигму [8, 9, 15]. Имеет значение и учет более узких технологических классов при возникновении контактов [21]. Если два региона имеют похожую структуру отраслевых секторов экономики, то их научно-технические проблемы весьма схожи, и поэтому новые знания, полученные за пределами региона, будут поняты, более эффективно расшифрованы и легче переведены в практику путем обмена опытом прежде всего между технологически близкими регионами. Технологическая близость способствует развитию знаний путем перекрестного оплодотворения идей в диверсифицированной экономике. Когнитивная и технологическая близость большей степени возникают на основе сходства в структуре промышленной и экономической деятельно-

сти, близости научных парадигм, связанности этапов познания и технического поиска. Ожидается, что ученые и инженеры получают больше пользы от тех, кто работает в той же или смежной технологической области независимо от географического расстояния.

3. Методология измерения и визуализации структурно-технологической близости

3.1. Метод расчета структурно-технологической близости регионов РФ

Понятие «близость регионов» имеет разные контексты в исследовании перетока знаний, поскольку зависит от выбранной меры измерения близости по какому-то параметру (расстояние, плотность, специализация, институциональная среда, патентные базы данных и т. д.), как было показано в п. 2. Сама теория мер близости находится в стадии становления, но при этом накапливается опыт прикладных исследований, позволяющий проводить количественные измерения отдельных видов близости. В этой статье мы используем устоявшиеся представления о том, что большинство безразмерных коэффициентов близости нормированы и находятся в диапазоне от 0 (сходство отсутствует) до 1 (полное сходство). Мы не будем в статье рассматривать многомерные признаки для определения близости регионов и выделения кластеров, поскольку это отдельное направление.

В п. 2 технологическая близость регионов была нами охарактеризована на качественном уровне. Переток знаний между регионами (не обязательно географически близкими) может возникнуть, если в структуре хозяйства обоих регионов существуют отрасли, выпускающие одинаковую продукцию (например, самолетостроение и т. д.). В целом структура хозяйства региона может быть оценена технологическим индексом. Например, в качестве такого показателя может быть использован индекс Херфиндала — Хиршмана, который будет показывать склонность регионов к специализации и / или диверсификации производства, и то, насколько каждая из этих форм организации производства в регионе может повлиять на экономический рост [32].

В эмпирических исследованиях предлагались разные формулы для количественной оценки уровня технологической близости.

В данной статье нами предложен оригинальный способ оценки показателя структурно-технологической близости регионов, основанный на доле конкретной экономической

деятельности в общем объеме валовой добавленной стоимости [33]. Хотя в этом случае мы не рассматриваем объемы физического производства отраслевых секторов и виды конкретных технологий¹, но предполагаем, что валовая добавленная стоимости в регионе формируется как по технологической причине (размещены отрасли разных технологических укладов), так и по экономической причине (разная отраслевая рентабельность продукции). Кроме того, прибыль выступает источником потенциальных инвестиционных ресурсов, которые, в свою очередь, могут быть привлечены для дальнейшего развития технологий и инноваций в каждом из секторов. Для повышения конкурентоспособности и получения прибыли предприятия стремятся к обновлению и модернизации технологий, привлечению интеллектуального персонала. Показатели удельного веса аграрных, ресурсных, обрабатывающих производств и др. видов в структуре экономической деятельности имеют конкретный отраслевой контекст для перетока знаний, поскольку их наукоемкость различается.

Измерение. Введем понятие матрицы СТБ. Элемент такой матрицы TP_{ij} показывает близость структуры экономической деятельности по отраслевым технологиям в регионах i и j по формуле (2) по аналогии с секторами патентов [9]:

$$TP_{ij} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{15} |GVA_{ik} - GVA_{jk}|, \quad (2)$$

где GVA_{jk} — доля валовой добавленной стоимости (ВДС) в секторе экономической деятельности k в регионах i, j .

Рассчитываем элементы матрицы, затем выбираем для анализа, например, столбец j матрицы для конкретного региона j . Нами выбрана Новосибирская область = j как объект визуализации СТБ, по отношению к ней рассчитывались оценки близости по регионам РФ. Затем TP_{ij} для Новосибирской области программными средствами «наносим» на геогра-

фическую карту РФ. Эта процедура выполнена с помощью программного пакета².

Визуализация. Для графического изображения структурно-технологической близости регионов принимаем, что коэффициент матрицы СТБ $w_{ij}^* = 1$, когда регион $i = j$, то есть они максимально близки согласно формуле (2). Если рассуждать в той же логике, то для регионов с индексами $i \neq j$ элементы матрицы будут представлять собой оценку близости $w_{ij}^* \neq 1$ между регионом i и j . Чем ближе значение коэффициентов w_{ij}^* к 1, тем ближе регионы i и j структурно-технологически (см. табл.), что наглядно показывается на карте разными цветами, соответствующими разным интервалам близости.

Методические приемы, позволяющие измерять и визуально представлять различные виды близости регионов с помощью картографических изображений, выполняются в несколько этапов.

1. Выбор показателя, по которому необходимо выявить конкретный вид близости региона (расстояние, специализация, типы организационных форм, сектора отраслей, классы патентов и т. д.).

2. Обоснование метрики расстояния близости для выбранных показателей.

3. Выбор форм близости (географическая, технологическая, и т. д.)

4. Построение матриц близости W .

5. Определение совокупности регионов (перечень объектов и выбор карты с детализацией регионов в административных границах. Это могут быть федеральные округа РФ, субъекты РФ, муниципальные образования в рамках отдельных областей, республик, краев).

6. Картографическая визуализация типологии на основе коэффициентов матрицы близости W и выдвижение гипотез.

Выполнение этапов 3–5 сопряжено с подбором показателей и разработкой конкретных формул для количественной оценки коэффициентов близости в матрице W . Например, для оценки силы связи технологической близости регионов Е. Марокку и соавторы [9] учли структуру распределения патентов по отдельным технологическим классам.

¹ Оценки технологического уровня производств многогранны и могут проводиться по различным методикам. В обобщенном смысле С. А. Березиков определяет технологию как процесс для преобразования входящих затрат труда, материалов, капитала, энергии и информации в выходящую возросшую стоимость [34]. Мы использовали федеральную статистику по валовой добавленной стоимости в разрезе агрегированных отраслевых секторов экономической деятельности, дающую возможность количественно учесть технологический уровень для расчетов коэффициентов матрицы структурно-технологической близости.

² Программный комплекс «ПАВИСЭР-М»: а. с. № 2017612641 Рос. Федерация / Г. А. Унтура, И. Д. Зайцев, Т. Н. Есикова (RU); правообладатель: Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук (ИЭОПП СО РАН) (RU). № 2016662849; заявл. 25.11.2016; опублик. 20.03.17, Официальный бюл. 2017 № 3, 2017. 1 л.

На карты можно наносить значения интегральных индексов развития регионов. Так, Г.Б. Клейнер, М.А. Рыбачук рассчитали индекс системной сбалансированности субъектов РФ, федеральных округов и страны по структуре валового регионального продукта согласно общей классификации видов экономической деятельности (ОКВЭД), а затем привели картографическое представление индекса по регионам [35].

Наши примеры измерения и визуализации касаются оценок пространственной и структурно-технологической близости конкретного субъекта РФ по отношению к остальным регионам страны.

Выдвигались рабочие гипотезы: типологии наглядно покажут, что пространственная близость и СТБ субъектов РФ существенно различается, а структурно-технологическая близость регионов меняется во времени и усиливается для инновационно развитых диверсифицированных регионов.

3.3. Данные

Структура экономической деятельности представлена по укрупненной классификации секторов ОКВЭД для 80 регионов РФ [36] и включает разделы «сельское хозяйство», «охота и лесное хозяйство» (разделы А-В), «добыча полезных ископаемых» (раздел С), «обрабатывающие производства» (раздел D), «услуги, относящиеся к сфере услуг и нематериального производства», включенные в разделы (Е-Q). Объектом картографической визуализации пространственной и технологической близости выбрана Новосибирская область, которая на карте имеет значение 1, и остальные коэффициенты близости. Однако соответствующую типологию можно изобразить на карте для любого субъекта РФ.

4. Основные результаты

Используя информацию о географической доступности субъектов России, мы рассчитали матрицу географической близости и матрицу СТБ для 80 регионов РФ по структуре 15 секторов в ОКВЭД по показателю валовой добавленной стоимости.

Типология географической близости. Наиболее близко географически к Новосибирской области расположены Томская, Кемеровская области, Алтайский край (рис. 3). В ареал прямого пограничного соседства входит также Омская область, хотя она физически чуть более отдалена, чем упомянутые регионы. Красноярский край хотя и не является регио-

ном-соседом, также близок к Новосибирской области, находясь с ней на расстоянии, сравнимом с расстоянием между ней и соседними сибирскими регионами (Омской областью и Республикой Алтай). Все европейские субъекты РФ достаточно отдалены от Новосибирской области, так же, как и часть регионов Севера и Востока. Поэтому многие региональные научные центры СО РАН естественно создавались в ареалах географической близости от крупного города Сибири, где исторически в 1957 г. был создан Новосибирский научный центр, откуда пошел естественный переток знаний и кадров в такие города, как Омск, Томск, Барнаул, Красноярск, Иркутск. Карта географической близости неизменна по годам, учитывая устойчивость административных границ. Это подтверждает, что географическая близость влияет на потенциал перетока знаний регионов-соседей.

Типология структурно-технологической близости. Гипотеза Н1 о несовпадении типологий пространственной и технологической близости Новосибирской области подтверждена для 2005 и 2016 гг., что будет наглядно показано далее.

В соответствии с формулой (2) рассчитаны коэффициенты матрицы структурно-технологической близости для 2005 и 2016 гг. Столбцы матрицы СТБ для Новосибирской области помещены в таблице. Коэффициенты данных столбцов являются количественной мерой структурно-технологической близости. Они показывают, например, что в 2016 г. по отношению к Новосибирской области в Сибири к ней ближе по структуре видов экономической деятельности Иркутская область (0,689), чем Тыва (0,451), хотя по географической близости эти регионы находятся примерно на одинаковом расстоянии от Новосибирска.

В столбце был рассчитан коэффициент средней СТБ по отношению к Новосибирской области для всех остальных регионов РФ. Он послужил статистическим ориентиром¹ для интервалов в типологии для 2005 и 2016 гг. Например, в 2016 г. среднее значение СТБ

¹ Для картографического изображения нами принято, что коэффициенты СТБ находятся в диапазоне от 1 — мах значение близости, до 0 — min значение (теоретически означающие отсутствие близости), хотя расчетные коэффициенты границы самого нижнего интервала всегда выше 0. Затем вычисляем среднее значение коэффициента СТБ по всем регионам относительно Новосибирской области и строим границы шести интервалов для 2016 г, по формуле: $0,68$ (среднее значение) $\pm N \times 0,09$ (стандартное отклонение), где $N = 1, 2, 3$.



Рис.2. Карта типологии географической близости субъектов РФ к Новосибирской области, 2016 г.

Fig. 2. Typology map of the geographical proximity of the constituent entities of the Russian Federation to the Novosibirsk region, 2016

составило 0,68. Для визуализации регионов по СТБ относительно Новосибирской области в 2016 г. были созданы 6 интервалов:

[1,0–0,86] – регионы, наиболее структурно-технологически близкие к Новосибирской области;

[0,85–0,76] – регионы, коэффициент СТБ для близости с Новосибирской областью значительны выше, чем в среднем по стране;

[0,75–0,68] – регионы, в которых СТБ с Новосибирской областью выше среднего уровня;

[0,67–0,59] – регионы, в которых СТБ с Новосибирской областью приближается к среднему уровню;

[0,58–0,50] и [0,49–0,0] – регионы, в которых коэффициент СТБ с Новосибирской областью ниже или существенно ниже среднего уровня, и, таким образом, они наиболее отдалены технологически по набору видов экономической деятельности от Новосибирской области.

Как видно на рисунке 3, в 2005 г. наиболее близкими регионами с Новосибирской обла-

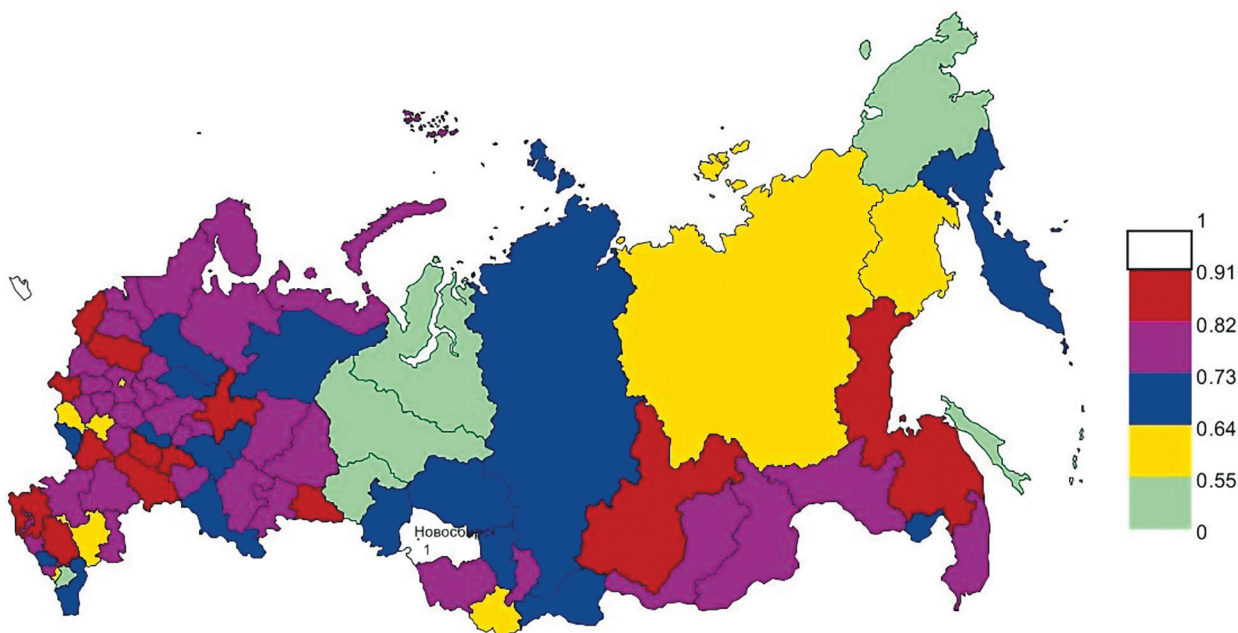


Рис. 3. Карта типологии структурно-технологической близости субъектов РФ для Новосибирской области, 2005 г.

Fig. 3. Typology map of the structural-technological proximity of the constituent entities of the Russian Federation to the Novosibirsk region, 2005



Рис. 4. Карта типологии структурно-технологической близости субъектов РФ для Новосибирской области, 2016 г.

Fig. 4. Typology map of the structural-technological proximity of the constituent entities of the Russian Federation to the Novosibirsk region, 2016

стью по значению СТБ в диапазоне [1–0,91] оказались 5 регионов РФ: Хабаровский край (0,89), Пензенская область (0,88), Иркутская (0,87) и Курганская области (0,87), Ульяновская область (0,86), то есть не ближайшие соседние регионы по Сибири.

В типологию регионов, которые демонстрируют высокое значение СТБ с Новосибирской областью (заметно превышающее среднее значение оценки), вошло большинство субъектов Европейской части РФ, а в Сибири — это Кемеровская область, Хакасия и Забайкальский край, и, напротив, «технологически отдалены» регионы ресурсной специализации Урала и северо-востока Сибири. Можно предположить, что вследствие специализации в основном в перерабатывающих производствах и сфере услуг, возможность перетока знаний скорее окажется высока с большинством европейских, хотя отдаленных регионов, чем с географически близкими сибирскими регионами-соседями. В другую типологию с показателем СТБ, также умеренно превышающим среднее значение, вошли регионы — соседи Новосибирской области: Томская, Омская области, Алтайский край некоторые другие субъекты Сибири (Красноярский край, Республика Тыва), между которыми потенциально возможен переток знаний в связи с заинтересованностью в технологических знаниях, прежде всего в обрабатывающих производствах.

Таким образом, можно предположить, что похожая структура отраслевой специа-

лизации в отдельных регионах РФ повышает возможность перетока знаний между регионами независимо от географической близости (рис. 3, 4).

Кроме того, нами были построены типологии регионов по СТБ для крайних лет десятилетнего периода. Заметно, как типологии изменились во времени. Если сравнить оценки для 2005 и 2016 гг. (рис. 3, 4), то наглядно видно, как изменился состав регионов, близких технологически к Новосибирской области, которые обозначены на рисунках 3, 4 различным цветом.

Гипотеза H2, состоящая в предположении, что СТБ регионов меняется во времени и усиливается для инновационно развитых диверсифицированных регионов, подтверждена.

Отметим, что по сравнению с совокупностью регионов, имеющих высокую оценку СТБ (схожую с Новосибирской областью) в 2005 г., в 2016 г. уменьшилось число регионов европейской части. Однако позитивным моментом, на наш взгляд, явилось то, что г. Санкт-Петербург стал европейским субъектом РФ, вошедшим в типологию с наивысшей оценкой близости по отношению к Новосибирской области. Появилась более ярко выраженная технологическая близость Новосибирской области к Татарстану, Свердловской области, Приморскому краю, а также к сибирским соседям — Омской, Томской области (табл.).

Видимо, на возникновении структурно-технологической близости между регионами,

Таблица

Коэффициенты матрицы структурно-технологической близости для Новосибирской области в 2005 и 2016 гг.

Table

Coefficients of structural and technological proximity matrix for the Novosibirsk region in 2005 and 2016

Регион	Значение коэффициента СТБ по годам		Изменение коэффициента СТБ
	2005	2016	
Белгородская область	0,70	0,66	-0,04
Брянская область	0,85	0,75	-0,10
Владимирская область	0,76	0,72	-0,04
Воронежская область	0,84	0,81	-0,02
Ивановская область	0,80	0,78	-0,02
Калужская область	0,80	0,70	-0,10
Костромская область	0,71	0,74	0,02
Курская область	0,64	0,65	0,01
Липецкая область	0,59	0,60	0,01
Московская область	0,78	0,80	0,03
Орловская область	0,81	0,73	-0,08
Рязанская область	0,80	0,77	-0,03
Смоленская область	0,77	0,77	0,01
Тамбовская область	0,77	0,70	-0,07
Тверская область	0,84	0,80	-0,04
Тульская область	0,77	0,69	-0,07
Ярославская область	0,78	0,82	0,04
г. Москва	0,62	0,80	0,18
Республика Карелия	0,81	0,74	-0,07
Республика Коми	0,65	0,60	-0,06
Архангельская область	0,77	0,66	-0,11
Вологодская область	0,64	0,72	0,08
Калининградская область	0,78	0,82	0,05
Ленинградская область	0,80	0,72	-0,08
Мурманская область	0,73	0,62	-0,11
Новгородская область	0,78	0,64	-0,13
Псковская область	0,84	0,77	-0,07
г. Санкт-Петербург	0,81	0,87	0,06
Республика Адыгея	0,77	0,74	-0,03
Республика Калмыкия	0,61	0,57	-0,04
Краснодарский край	0,83	0,84	0,01
Астраханская область	0,80	0,62	-0,17
Волгоградская область	0,80	0,71	-0,08
Ростовская область	0,81	0,76	-0,05
Республика Дагестан	0,67	0,59	-0,08
Республика Ингушетия	0,57	0,57	0,00
Кабардино-Балкарская	0,69	0,67	-0,02
Карачаево-Черкессия	0,73	0,61	-0,12
Северная Осетия — Алания	0,77	0,66	-0,11
Чеченская Республика	0,52	0,58	0,06
Ставропольский Край	0,84	0,75	-0,10
Республика Башкортостан	0,75	0,75	-0,01
Республика Марий Эл	0,76	0,66	-0,10
Республика Мордовия	0,71	0,67	-0,03
Республика Татарстан	0,65	0,68	0,03
Удмуртская Республика	0,69	0,66	-0,03

Регион	Значение коэффициента СТБ по годам		Изменение коэффициента СТБ
	2005	2016	
Чувашская Республика	0,77	0,74	-0,04
Пермский Край	0,75	0,66	-0,09
Кировская область	0,84	0,73	-0,11
Нижегородская область	0,79	0,80	0,01
Оренбургская область	0,66	0,58	-0,08
Пензенская область	0,88	0,78	-0,11
Самарская область	0,78	0,74	-0,03
Саратовская область	0,83	0,71	-0,12
Ульяновская область	0,86	0,77	-0,09
Курганская область	0,87	0,71	-0,16
Свердловская область	0,76	0,78	0,02
Тюменская область	0,41	0,42	0,01
Челябинская область	0,74	0,73	-0,01
Республика Алтай	0,61	0,62	0,01
Республика Бурятия	0,81	0,78	-0,03
Республика Тыва	0,67	0,45	-0,22
Республика Хакасия	0,79	0,71	-0,08
Алтайский край	0,78	0,76	-0,02
Забайкальский край	0,77	0,68	-0,10
Красноярский край	0,68	0,60	-0,08
Иркутская область	0,87	0,69	-0,18
Кемеровская область	0,72	0,66	-0,06
Новосибирская область	1,00	1,00	0,00
Омская область	0,68	0,71	0,03
Томская область	0,67	0,72	0,04
Республика Саха (Якутия)	0,61	0,44	-0,17
Камчатский край	0,65	0,58	-0,07
Приморский край	0,78	0,81	0,02
Хабаровский край	0,89	0,83	-0,06
Амурская область	0,73	0,66	-0,08
Магаданская область	0,61	0,45	-0,15
Сахалинская область	0,49	0,40	-0,08
Еврейская автономная область	0,70	0,68	-0,02
Чукотский автономный округ	0,50	0,35	-0,15
Стандартное отклонение	0,09	0,09	—
Среднее	0,73	0,68	—

Источник: расчеты авторов.

имеющими крупные города, сказываются эффект агломерации, соединение науки и производства, сочетание сферы высокотехнологичных услуг и развития традиционных отраслей. Хорошо известно, что Новосибирск является центром науки и многих обрабатывающих производств, так же, как Москва, Санкт-Петербург и ряд городов Поволжья, Урала и Дальнего Востока.

Однако в 2016 г. более резко обозначилась разница в структуре экономической деятельности Новосибирской области и отдель-

ных ресурсных регионов. Но это не означает, что Новосибирская область не готова организовать перетоки знаний в регионы ресурсной специализации. Направления перетоков знаний, в конечном счете, определяются конкретными технологическими потребностями регионов и возможностью конкурирующих регионов удовлетворять спрос на знания в области фундаментальных исследований разной направленности и междисциплинарности. В Новосибирске сложились отдельные каналы перетоков знаний (интеграционные про-

екты, технологические платформы и др.) благодаря контактам региональных отделений РАН и отдельных предприятий, корпораций. Известен пример подготовки научных заделов для технологического и экономического освоения Арктики силами институтов СО РАН.

Таким образом, для Новосибирской области, занимающей срединное географическое положение в стране, имеющей диверсифицированное производство и высокий коэффициент СТБ, возможно возникновение каналов перетоков знаний со многими европейскими регионами России и некоторыми регионами Урала и Дальнего Востока, как это визуально зафиксировано на картах (рис. 3, 4), а не только с ближайшими сибирскими соседями (рис. 2).

Аналогичные «персональные карты» визуализации потенциала перетока знаний по различным видам непространственной близости могут быть построены для любого субъекта РФ.

5. Выводы и обсуждение

В статье проанализированы зарубежные и отечественные подходы к исследованию пространственной и непространственной близости. Описаны этапы оценки и визуализации близости регионов. На примере Новосибирской области показаны методические приемы измерения географической и структурно-технологической близости. Сравнены типологии, построенные на основе коэффициентов матрицы СТБ регионов России для 2005 и 2016 гг., рассчитанных по показателю «доля валовой добавленной стоимости по секторам ОКВЭД». Они характеризуют группы регионов, в которых показатель СТБ к Новосибирской области выступает как необходимое (потенциальное), но еще не достаточное условие для устойчивых каналов перетоков знаний между регионами одного типа или близких к ним.

Схожая структура отраслевых производств Новосибирской области и многих европейских регионов РФ, с одной стороны, предопределена историческим размещением крупных предприятий в сфере обрабатывающей промышленности в крупных и средних городах РФ. С другой стороны, вследствие изменения рыночного спроса, внешних угроз и санкций происходит диверсификация производств, расширяется разнообразие ситуаций, в которых возникают перетоки знаний. Новосибирская область и в 2005 г., и в 2016 г. находится в группе регионов, где есть крупные города, научные центры мегарегионов или агломераций, в которых размещены обрабатывающие производ-

ства и сфера высокотехнологичных услуг. Она способна стать донором знаний и для ресурсных регионов страны.

Однако необходимо понимать, что инновационное развитие регионов сопровождаются как кооперация, так и конкуренция. Кооперация часто идет в форме открытых инноваций при наличии адаптационных возможностей (близость по типу социальных сетей, организационных форм и культурных ценностей), позволяющих одним регионам использовать (абсорбировать) знания, произведенные в других регионах. Конкуренция, напротив, ограничивает перетоки знаний между фирмами с однотипной продукцией в регионе и за его пределами. Потенциал перетока знаний между регионами может быть высок, но реальный переток будет зависеть от рыночной конъюнктуры и действительности его отдельных.

Дальнейшее развитие наших исследований предполагает уточнение набора показателей уровня технологического развития региона, метрик расстояний, формул для расчета коэффициентов близости, проверку статистическими и эконометрическими методами гипотез о силе влияния различных форм непространственной близости на экономический рост. Предполагается применение моделей эндогенного роста и пространственной эконометрики.

6. Заключение

Пространственное обустройство любой страны является важным направлением экономической политики государства, включая межрегиональный обмен знаниями [37]. В частности, элементом политики научно-технического и инновационного развития регионов становится организация перетоков знаний, которая имеет особенности в каждом регионе.

По нашему мнению, прослеживаются устойчивые тенденции для потенциальных перетоков знаний в России из крупных научных центров на периферию, а также между регионами европейской и восточной части страны. Выводы проведенного исследования пересекаются с предложениями о поддержке территорий инновационного развития и инновационных кластеров, выдвинутыми в Стратегии пространственного развития до 2025 г.¹ [38]. В ней намечены перспективы стабилизации

¹ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Распоряжением Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-п). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/File/GetFile/0001201902150042?type=pdf> (дата обращения: 09.04.2019).

роста макрорегионов за счет создания региональных инвестиционных площадок в субъектах РФ, поддержка территорий инновационного развития. Выделены пять типов регионов¹, которые в разной степени могут обе-

спечить расширение географии и ускорение экономического роста, научно-технологического и инновационного развития. Как представляется, необходимо ускорить разработку механизмов поддержки крупных интеграционных проектов России, совершенствование каналов перетока знаний, в том числе за счет межрегиональной мобильности результатов НИР и технологий по мегарегионам Сибири, Урала и Дальнего Востока.

¹ В Стратегии в группу I включены перспективные крупные центры экономического роста Российской Федерации — города, образующие крупные городские агломерации и крупнейшие городские агломерации, которые обеспечат вклад в экономический рост Российской Федерации более 1 % ежегодно. В группу V отнесены перспективные центры экономического роста, в которых сложились условия для формирования научно-образовательных центров мирового уровня и наукоградов: Москва, Санкт-Петербург — Гатчина, Нижний

Новгород, Екатеринбург, Новосибирск — Кольцово, Самара, Красноярск, Челябинск, Ростов-на-Дону, Пермь, Казань, Томск, Уфа, Тюмень, Краснодар, Владивосток, Воронеж, Обнинск, Саратов, Иркутск.

Список источников

1. *Lündvall B.-Å.* Product innovation and user-producer interaction. Industrial Development Research Series 31. Aalborg: Aalborg Uni. Press, 1985. 39 p.
2. *Freeman C.* Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Pinter, 1987. 155 p.
3. *Lucas E.* On the mechanic of economic development // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 2, No. 11. P. 3–42.
4. *Romer P.* Endogenous technological change // *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, No. 5. P. 71–102.
5. *Barro R. J., Sala-i-Martin X.* Economic Growth. New York: McGraw-Hill, 1995. 539 p.
6. *Griliches Z.* The search for R&D spillovers // *Scandinavian Journal of Economics*. 1992. Vol. 94. P. 29–47.
7. *Anselin L., Varga A., Acs Z.* Local spillovers between university research and high technology innovations // *Journal of Urban Economics*. 1997. Vol. 42. P. 422–448.
8. *Crescenzi R.* Changes in economic geography theory and dynamics of technological change // *Handbook of Regional Science*. Eds. M. M. Fischer, P. Nijkamp. Berlin: Springer-Verlag, 2013. P. 649–666. DOI 10.1007/978-3-642-23430-9_35.
9. *Marrocu E., Paci R., Usai S.* Proximity, networking and knowledge production in Europe: what lessons for innovation policy? // *Technological Forecasting and Social Change*. 2013. Vol. 80. P. 1484–1498.
10. *Jaffe A. B.* Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profit and market share // *American Economic Review*. 1986. Vol. 76. P. 984–1001.
11. *Audretsch D. B., Feldman M. P.* R&D spillovers and the geography of innovation and production // *American Economic Review*. 1996. Vol. 86. № 4. P. 253–273.
12. *Майсснер Д.* Экономические эффекты «перетока» результатов научно-технической и инновационной деятельности // *Форсайт*. 2012. Т. 6, № 4. С. 20–31.
13. *Caragliu A., Nijkamp P.* Space and knowledge spillovers in European regions: the impact of different forms of proximity on spatial knowledge diffusion // *Journal of Economic Geography*. 2015. Vol. 16, № 3. P. 1–26. URL: <http://joeg.oxfordjournals.org/> (дата обращения: 05.11.2015). DOI: 10.1093/jeg/lbv042.
14. Межсекторальная мобильность научных кадров / Отв. ред. И. Г. Дежина. М.: ИМЭМО РАН, 2015. 127 с.
15. *Los B.* The empirical performance of a new inter-industry technology spillover measure / P. P. Saviotti, B. Nooteboom eds. // *Technology and knowledge; from the firm to innovation systems*. London: Edward Elgar Publishing, 2000. P. 118–151.
16. *Rodriguez-Pose A., Villareal Peralta E. M.* Innovation and regional growth in Mexico: 2000–2010 // *Growth and Change*. 2015. Vol. 46, No. 2. P. 172–195.
17. *Marshall A.* Principles of Economics. London: MacMillan, 1890. 759 p. URL: <http://www.library.fa.ru/files/Marshall-Principles.pdf> (дата обращения: 05.07.2019).
18. *Jacobs J.* The Economy of Cities. London: Jonatan Cape, 1969. 198 p.
19. *Boschma R.* Proximity and innovation: a critical assessment // *Regional Studies*. 2005. Vol. 39. P. 61–74.
20. *Breschi S., Lissoni F.* Cross-firm inventors and social networks: localised knowledge spillovers revisited // *Annals of Statistics*. 2005. Vol. 79(80). P. 1–29.
21. *Moreno-Serrano R., Paci R., Usai S.* Geographical and sectoral clusters of innovation in Europe // *The Annals of Regional Science*. 2005. Vol. 39. P. 715–739.
22. *Autant-Bernard C., LeSage J.* Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models // *Journal Regional Science*. 2011. Vol. 51(3). P. 471–496.
23. *Bode E.* The spatial pattern of localized R&D spillovers: an empirical investigation for Germany // *Journal of Economic Geography*. 2004. Vol. 4. P. 43–64.
24. *Бабурин В. Л., Земцов С. П.* Инновационный потенциал регионов России. М.: КДУ, Университетская книга, 2017. 358 с.

25. Aldieri L., Kotsemir M. N., Vinci C. P. Knowledge spillover effects: empirical evidence from Russian regions // *Quality and Quantity*. 2017. URL: <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0624-2> (дата обращения: 01.10.2018).
26. Kaneva M., Untura G. Innovation indicators and regional growth in Russia // *Economic Change and Restructuring*. 2017. Vol. 50, № 2. P. 13–159. DOI: 10.1007/s10644-016-9184-z.
27. Kaneva M., Untura G. The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions // *Growth and Change*. 2017. No 50. — P. 301–334. DOI: 10.1111/grow.12281.
28. Ertur C., Koch W. Growth, technological interdependence and spatial externalities: theory and evidence // *Journal of Applied Econometrics*. 2007. Vol. 22. P. 1033–1062.
29. Schurmann C., Talaat A. Towards a European peripherally index // Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission. — Dortmund: IRPUD. 2000. Nov. P. 1–48.
30. Faggian A., McCann P. Human capital, graduate migration and innovation in British regions // *Cambridge Journal of Economics*. 2009. Vol. 33. P. 317–333.
31. Gupta A. K., Govindarajan V. Knowledge flows within multinational corporations // *Strategic Management Journal*. 2000. Vol. 21. P. 473–496.
32. Унтура Г. А., Канева М. А., Заболотский А. А. Влияние науки, инноваций и концентрации производства на экономический рост регионов России // *Национальные интересы. Приоритеты и безопасность*. 2019. № 12, Т. 15. С. 2327–2343.
33. Пешина Э. В. Авдеев П. А. Формирование валовой добавленной стоимости высокотехнологичной и наукоемкой продукции (товаров, услуг) // *Известия УрГЭУ*. 2013. № 6 (50). С. 46–56.
34. Березиков С. А., Цукерман В. А. Теоретико-методологические подходы к исследованию процесса технологической трансформации территорий Арктики минерально-сырьевой направленности // *Экономика в промышленности*. 2015. № 2. P. 47–52.
35. Клейнер Г. Б., Рыбачук М. А. Системная сбалансированность экономики России. Региональный разрез // *Экономика региона*. 2019. Т. 15, вып. 2. С. 309–323.
36. Регионы России. Социально-экономические показатели. М.: Росстат, 2016. 1326 с.
37. Татаркин А. И. Региональная направленность экономической политики Российской Федерации как института пространственного обустройства территорий // *Экономика региона*. 2016. № 1. С. 9–27.

References

1. Lündvall, B.-Å. (1985). *Product innovation and user-producer interaction*. Industrial Development Research Series 31. Aalborg: Aalborg Uni. Press, 39.
2. Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter, 155.
3. Lucas, E. (1988). On the mechanic of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 2(11), 3–42.
4. Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102.
5. Barro, R. J. & Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill, 539.
6. Griliches, Z. (1992). The search for R&D spillovers. *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 29–47.
7. Anselin, L., Varga, A. & Acs, Z. (1997). Local spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, 42, 422–448.
8. Crescenzi, R. (2013). Changes in economic geography theory and dynamics of technological change. In: M. M. Fischer, P. Nijkamp (Eds.), *Handbook of Regional Science* (pp. 649–666). Berlin: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-23430-9_35.
9. Marrocu, E., Paci, R. & Usai, S. (2013). Proximity, networking and knowledge production in Europe: what lessons for innovation policy? *Technological Forecasting and Social Change*, 80, 1484–1498.
10. Jaffe, A. B. (1986). Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profit and market share. *American Economic Review*, 76, 984–1001.
11. Audretsch, D. B. & Feldman, M. P. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, 86(4), 253–273.
12. Meissner, D. (2012). The Economic Impact of Spillovers from R&D and Innovation. *Forsayt [Foresight]*, 6(4), 20–31. (In Russ.)
13. Caragliu, A. & Nijkamp, P. (2015). Space and knowledge spillovers in European regions: the impact of different forms of proximity on spatial knowledge diffusion. *Journal of Economic Geography*, 16(3), 749–774. Retrieved from: <http://joeg.oxfordjournals.org/> (Date of access: 05.11.2015). DOI: 10.1093/jeg/lbv042.
14. Dezhina, I. G. (Ed.). (2015). *Intersectoral mobility of scientific workforce*. Moscow: IMEMO RAS, 127. (In Russ.)
15. Los, B. (2000). The empirical performance of a new inter-industry technology spillover measure. In: P. P. Saviotti, B. Nooteboom (Eds.), *Technology and knowledge; from the firm to innovation systems* (pp. 118–151). London: Edward Elgar Publishing.
16. Rodriguez-Pose, A. & Villarreal Peralta, E. M. (2015). Innovation and regional growth in Mexico: 2000–2010. *Growth and Change*, 46(2), 172–195.
17. Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. London: MacMillan, 759. Retrieved from: <http://www.library.fa.ru/files/Marshall-Principles.pdf> (Date of access: 05.07.2019).
18. Jacobs, J. (1969). *The Economy of Cities*. London: Jonatan Cape, 198.

19. Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional Studies*, 39, 61–74.
20. Breschi, S. & Lissoni, F. (2005). Cross-firm inventors and social networks: localised knowledge spillovers revisited. *Annals of Economics and Statistics*, 79(80), 189–209.
21. Moreno-Serrano, R., Paci, R. & Usai, S. (2005). Geographical and sectoral clusters of innovation in Europe. *The Annals of Regional Science*, 39, 715–739.
22. Autant-Bernard, C. & LeSage, J. (2011). Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models. *Journal of Regional Science*, 51(3), 471–496.
23. Bode, E. (2004). The spatial pattern of localized R&D spillovers: an empirical investigation for Germany. *Journal of Economic Geography*, 4, 43–64.
24. Baburin, V. L. & Zemtsov, S. P. (2017). *Innovatsionnyy potentsial regionov Rossii [Innovative potential of Russian regions]*. Moscow: KDU, University book, 358. (In Russ.)
25. Aldieri, L., Kotsemir, M. N. & Vinci, C. P. (2017). Knowledge spillover effects: empirical evidence from Russian regions. *Quality and Quantity*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0624-2> (Date of access: 01.10.2018).
26. Kaneva, M. & Untura, G. (2017). Innovation indicators and regional growth in Russia. *Economic Change and Restructuring*, 50(2), 133–159. DOI: 10.1007/s10644-016-9184-z.
27. Kaneva, M. & Untura, G. (2017). The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions. *Growth and Change*, 50, 301–334. DOI: 10.1111/grow.12281.
28. Ertur, C. & Koch, W. (2007). Growth, technological interdependence and spatial externalities: theory and evidence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 1033–1062.
29. Schurmann, C. & Talaat, A. (2000). *Towards a European peripherally index*. Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission (2000, November). Dortmund: IRPUD, 48.
30. Faggian, A. & McCann, P. (2009). Human capital, graduate migration and innovation in British regions. *Cambridge Journal of Economics*, 33, 317–333.
31. Gupta, A. K. & Govindarajan, V. (2000). Knowledge flows within multinational corporations. *Strategic Management Journal*, 21, 473–496.
32. Untura, G. A., Kaneva, M. A. & Zabolotskii, A. A. (2019). The impact of science, innovation and concentration of production enterprises on the economic growth in the Russian regions. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost [National interests: priorities and security]*, 12(15), 2327–2343. (In Russ.)
33. Peshina, E. V. & Avdeev, P. A. (2013). Formation of the Value Added of High-Tech and Knowledge-Intensive Products (Goods, Services). *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Journal of the Ural State University of Economics]*, 6(50), 46–56. (In Russ.)
34. Berezikov, S. A. & Tsuckerman, V. A. (2015). Theoretical and methodological approaches to the study of the process of mineral resources oriented technological transformation of the Arctic. *Ekonomika v promyshlennosti [Russian journal of industrial economics]*, 2, 47–52. (In Russ.)
35. Kleiner, G. B. & Rybachuk, M. A. (2019). System Balance of the Russian Economy: Regional Perspective. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 15(2), 309–323. (In Russ.)
36. *Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Socio-economic indicators]*. (2016). Moscow: Rosstat, 1326. (In Russ.)
37. Tatarkin, A. I. (2016). Regional Targeting of the Economic Policy of the Russian Federation as an Institution of Regional Spatial Development. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 1, 9–27. (In Russ.)

Информация об авторах

Унтура Галина Афанасьевна — доктор экономических наук, главный научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; профессор кафедры экономического управления, Новосибирский национальный исследовательский университет; <http://orcid.org/0000-0002-0987-3137>; Scopus Author ID: 56500650900; Researcher ID: G-4680-2019 (Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр-т, Лаврентьева 17; e-mail: galina.untura@gmail.com).

Канева Мария Александровна — доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник; Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара; <http://orcid.org/0000-0002-9540-2592>; Scopus Author ID: 56500734100; Researcher ID: F-8560-2014 (Российская Федерация, 125993, г. Москва, Газетный пер., д. 3–5, стр. 1; e-mail: mkaneva@gmail.com).

Морошкина Ольга Николаевна — младший научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; <http://orcid.org/0000-0001-5450-1853> (Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр-т, Лаврентьева 17; e-mail: moroshkina_o@mail.ru).

About the Authors

Galina A. Untura — Dr. Sci. (Econ.), Chief Research Associate, Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of RAS; Professor, Department of Economic Management, Novosibirsk State University; <http://orcid.org/0000-0002-0987-3137>; Scopus Author ID: 56500650900; Researcher ID: G-4680-2019 (17, Ak. Lavrenteva Ave., Novosibirsk, 630090; 1, Pirogova St., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: galina.untura@gmail.com).

Maria A. Kaneva — Dr. Sci. (Econ.), Leading Research Associate; Gaidar Institute for Economic Policy; <http://orcid.org/0000-0002-9540-2592>; Scopus Author ID: 56500734100; Researcher ID: F-8560-2014 (3-5/1, Gazetnyy Lane, Moscow, 125993, Russian Federation; e-mail: mkaneva@gmail.com).

Olga N. Moroshkina — Research Assistant, Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of RAS; <http://orcid.org/0000-0001-5450-1853> (17, Ak. Lavrenteva Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: moroshkina_o@mail.ru).

Дата поступления рукописи: 01.08.2019.

Прошла рецензирование: 11.11.2019.

Принято решение о публикации: 15.09.2020.

Received: 01 Aug 2020.

Reviewed: 11 Nov 2020.

Accepted: 15 Sep 2020.