А. С. Михайлов, Т. Ю. Кузнецова, И. Ю. ПЕКЕР

Методы пространственной наукометрии в оценке неоднородности инновационного пространства России

Знания и инновации характеризуются неравномерным распределением в границах территории. Аналогично «парадоксу береговой линии», фрагментарность их распределения усиливается с расширением детализации исследования. Ключевые в контексте национальной инновационной системы регионы могут иметь в своей структуре «белые пятна» с ярко выраженной поляризацией в пользу крупных городов и агломераций. Города как центры притяжения образовательной, научно-исследовательской и технологической деятельности, аккумулируют интеллектуальный потенциал страны и обеспечивают кластеризацию инновационной активности. В контексте региональной инновационной политики метрополизация рассматривается как объективный фактор аккумуляции интеллектуального и «знаниевого» капитала в городах, позволяющий обеспечить концентрацию ресурсов развития на наиболее перспективных и «рентабельных» направлениях. Побочным эффектом подобного подхода может стать усиление региональной дивергенции в области знаний, инноваций и технологий, а также «вымывание» ресурсов малых и средних городов. Нами проведена верификация устоявшегося мнения о периферийности малых и средних городов в инновационном пространстве России. Методология исследования основана на инструментах наукометрического анализа, доступных в аналитическом инструменте SciVal. Проанализированы все городские населенные пункты России, с последующей фокусировкой на 120 городах, генерирующих не менее 100 результатов интеллектуальной деятельности в период с 2013 по 2017 с индексацией в международной реферативной базе Scopus. Пространственная наукометрия позволяет сформировать динамические ряды данных о географии знания и инноваций в России, используя населенные пункты в качестве объекта исследования. Результаты показывают, что национальная инновационная система России представляет собой сложную экосистему взаимозависимых элементов (полюсов роста, зон влияния, инновационной периферии), в которой малые города играют важную роль как в качестве звеньев инновационного процесса, так и в качестве самостоятельных центров глобальной сети исследований и разработок.

Ключевые слова: инновационное пространство, пространственная наукометрия, города России, метрополизация, инновационная периферия

Ссылка для цитирования:

Михайлов А. С., Кузнецова Т. Ю., Пекер И. Ю. Методы пространственной наукометрии в оценке неоднородности инновационного пространства России // Перспективы науки и образования. 2019. № 5 (41). С. 549-563. doi: 10.32744/pse.2019.5.39

A. S. MIKHAYLOV, T. YU. KUZNETSOVA, I. YU. PEKER

Methods of spatial scientometrics in assessing the heterogeneity of the innovation space of Russia

Knowledge and innovation are characterized by uneven distribution within the boundaries of the territory. Similar to the “coastline paradox”, the fragmentation of their distribution increases with the expansion of research specification. The key regions in the context of the national innovation system may have “white spots” in their structure with pronounced polarization in favor of large cities and metropolitan areas. Cities as centers of gravity for educational, research and technological activities accumulate the country's intellectual potential and ensure the clustering of innovative activity. In the context of regional innovation policy, metropolization is considered as an objective factor in the accumulation of intellectual and knowledge capital in cities, which allows for the concentration of development resources in the most promising and “profitable” areas. A side effect of this approach may be the strengthening of regional divergence in the field of knowledge, innovations and technologies, as well as the “leaching” of the resources of small and medium-sized cities. The authors carried out verification of an established opinion on the peripheral nature of small and medium-sized cities in the innovation space of Russia. The research methodology is based on scientometric analysis tools available in the SciVal analytical tool. All urban settlements of Russia have been analyzed, followed by focusing on 120 cities generating at least 100 results of intellectual activity in the period of 2013-2017 with indexing in the international abstract base Scopus. Spatial scientometrics allows creating a dynamic series of data on the geography of knowledge and innovation in Russia, using settlements as an object of study. The results show that Russia's national innovation system is a complex ecosystem of interdependent elements (growth poles, zones of influence, innovation periphery), in which small towns play an important role both as links in the innovation process and as self-sufficient centers of a global research and development network.

Key words: innovation space, spatial scientometrics, Russian cities, metropolization, innovation periphery

For Reference:

Mikhaylov, A. S., Kuznetsova, T. Yu., & Peker, I. Yu. (2019). Methods of spatial scientometrics in assessing the heterogeneity of the innovation space of Russia. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 41 (5), 549-563. doi: 10.32744/pse.2019.5.39

Введение

Во всем мире распространение знаний и инноваций не только асимметрично по схеме «ядро-периферия» в контексте генерируемых объемов результатов интеллектуальной деятельности (научных публикаций, патентов, ноу-хау, и т.д.) и инноваций (процессных, продуктовых, управленческих), но и неоднородно с точки зрения функциональной роли во внутрисетевой структуре национальной инновационной системы [1; 2]. Локомотивом научно-технического и инновационного развития выступают мегаполисы и крупные городские агломерации, аккумулирующие основной пул ресурсов развития – финансы, высококвалифицированные кадры, промышленные технологии, административный «рычаг». Сосредоточение критической массы научно-исследовательских и образовательных учреждений, хозяйствующих субъектов, включая высокотехнологичные и наукоемкие предприятия, объектов инновационной инфраструктуры (технопарков, бизнес-инкубаторов, инжиниринговых центров, центров коллективного пользования, научно-технологических парков, и др.), организаций поддержки и продвижения инновационного предпринимательства (вкл. различные фонды, агентства, государственные учреждения, некоммерческие организации) способствует росту исследовательской и инновационной активности. Высокая институциональная плотность позволяет обеспечить необходимый уровень «связанного разнообразия», способствуя достижению синергетического эффекта во взаимодействиях организаций [3-6].

Агломерационные эффекты крупных городов, проявляемые в инновационной сфере через облегчение контактов на межинституциональном уровне – между предпринимательским, академическим, государственным и некоммерческим сектором [7-10], взаимное обогащение новыми знаниями и технологиями через неформальное общение и единый рынок труда [11-14], а также интегрированность в международное сообщество через контакты с высоко-интернационализированными партнерами [15-17], привлекают амбициозные компании и высококвалифицированные кадры из провинции. Происходит естественное «вымывание» интеллектуального капитала окраинных территорий, создавая инновационную периферию (с различной степенью восприимчивости к инновациям извне [18-20]).

Опираясь на данные о совокупной результативности интеллектуальной и инновационной деятельности, а также информацию о динамике внутристрановой миграции, многие отечественные ученые высказывают мнение о целесообразности поддержания сложившейся центрально-периферийной структуры национальной инновационной системы. В частности, предлагается отказаться от политики выравнивания (конвергенции) в научно-образовательной сфере, фокусируя внимание на ведущих университетах¹. Во многом, мнение отечественного научного сообщества отражает дискуссия Д. Беляева и П. Мойзбургер [21] о степени полномочий по генерации знаний, которые столице целесообразно делегировать периферийным территориям. Высокий уровень централизации российской системы исследований² [22], а также разрывы в уровне социально-экономического развития отдельных регионов России препятствуют обра-

¹ В рамках федерального проекта «Молодые профессионалы (Повышение конкурентоспособности профессионального образования)» предусмотрено законодательное закрепление категории «ведущая образовательная организация высшего образования», с последующими преимуществами при распределении государственного финансирования

² Из числа топ-20 стран мира по уровню публикационной активности, национальная система исследований России характеризуется одним из самых высоких показателей централизации науки

зованию единого поля хозяйственных и социальных процессов [23]. В силу слабости собственного потенциала российская периферия не в состоянии выступать самостоятельным аттрактором ресурсов социально-экономического развития [24]. Согласно исследованию А.Н. Буфетовой [25], сложившееся неравенство делает отсталые регионы невосприимчивыми к внешним инновациям и осложняет их взаимодействие с более развитыми территориями, что фиксирует их отставание.

В зарубежной литературе, в первую очередь западными авторами, отстаивается мнение о высокой значимости малых и средних городов в развитии инновационного пространства страны. Учеными отмечается большой уровень открытости и, как следствие, диверсификации взаимодействий организаций в малых городах и периферии в целом [26]. В исследованиях также отмечается более высокая инициативность высокотехнологичных компаний и наукоемких организаций, располагающихся в малых городах к поиску нового знания за пределами своего местоположения, к выстраиванию межрегиональных коллабораций, участию в семинарах и конференциях [27]. Более того, концентрация таланта и формирование креативных идей – то есть этап генерации нового знания, в незначительной степени определяется размером города [28]. Аргументация в пользу крупных городов только с точки зрения критической массы и плотности хозяйствующих субъектов приводит к естественному превосходству густонаселенных и урбанизированных районов, тогда как качественный анализ нередко говорит о превосходстве малых городов и удаленных территорий в инновационной коллаборации [29-31].

Сложившаяся неопределенность о роли периферийных территорий и малых городов в инновационном развитии страны, особенно в контексте генерации нового знания, отражает важность целостного изучения инновационного пространства, включая, так называемую, инновационную периферию. Несмотря на достаточно высокий уровень развития современной статистики, данный процесс остается сложной задачей. Одним из доступных способов сбора и анализа динамических рядов данных о географии знания и инноваций является пространственная наукометрия. В зарубежной научной литературе представлены многочисленные исследования о научно-исследовательских и инновационных траекториях отдельных регионов и государств [32-34]. В частности, индийские исследователи разработали методику наукометрического картирования [35]. Однако, несмотря на название, предлагаемый подход подразумевает построение тематических кластеров данных с использованием набора библиометрических критериев – предметная область, аффиляция, коллаборации и других. Вместе с тем непосредственно пространственный (географический) аспект наукометрического картирования применяется редко из-за методологической сложности, требующей использования междисциплинарных методов исследования. Примером может служить исследование, проведенное Г. Ксомос [36] по картированию научной деятельности 2200 крупнейших городов по всему миру. Пространственная наукометрия с использованием методов общественной географии позволяет выявить и определить закономерности распространения специализации базы знаний территориальной инновационной системы в рамках единого инновационного пространства страны. Выдвинутая авторами гипотеза предполагает сильную поляризацию инновационного пространства России в пользу крупных городов, с выраженной зоной влияния, а также инновационной периферией, характеризующей территориально удаленные населенные пункты.

Методология

Пространственная наукометрия является относительно новым источником количественных данных о территориальном распределении интеллектуального капитала. Весомым преимуществом наукометрии выступает возможность формирования сопоставимых рядов данных в едином шаблоне для объектов разного порядка – организаций, городских и сельских населенных пунктов, регионов, стран, что недостижимо для общей статистики. Более того, наукометрия позволяет количественно оценить «неявные знания», выраженные в статьях, книгах, материалах конференций и прочих публикациях. Пространственная наукометрия – это новая методологическая перспектива библиометрической аналитики данных. Она связана с проецированием передового опыта и знаний на территориальный контекст, что формирует представление о локальной среде, сетевом сотрудничестве, специализации, других свойствах и динамике.

Первоначальный анализ в рамках данного исследования охватывает 1118 городских населенных пунктов, расположенных в 85 субъектах Российской Федерации. Для каждого населенного пункта был выделен перечень публикаций за пятилетний период с 2013 по 2017 гг., проиндексированных в крупнейшей международной реферативной базе данных научного цитирования Scopus. Выбор данной базы обусловлен следующими факторами:

1. высокий уровень публикуемых документов. База данных включает в себя только рецензируемые источники, отобранные независимыми экспертами;
2. более обширный охват публикаций, аффилированных с Россией, в сравнение, например, с базой данных Web of Science (296 тысяч документов за 2013-2017 гг. в Web of Science против 348 тысяч в Scopus, по данным на 30 июля 2019 года);
3. наличие поискового и аналитического инструментария для выделения публикаций по городам и получения обобщенных качественных показателей (данный фактор, в частности, ограничивает использование Российского индекса научного цитирования).

Строка запроса, созданная в форме расширенного поиска Scopus, основана как на аффилиции города (код поля – AFFILCITY), так и на идентификаторах аффилированных организаций города (код поля – AF-ID). Каждый поисковый запрос составляется индивидуально для каждого населенного пункта. Пример строки поискового запроса для города Орёл:

AFFILCITY (Orel) OR AFFILCITY (Oryol) OR AF-ID ("Orel State University" 60070544) OR AF-ID ("Orel State University of Economics and Trade" 60107360) AND AFFILCOUNTRY (russia*) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013))

После экспорта, метаданные о публикациях экспортируются в аналитический инструмент SciVal. Библиометрическая оценка для данного исследования включает параметры объема публикаций и цитирований, уровень международной и национальной коллаборации, доля публикаций в ведущих журналах, анализ тематических областей исследований. Минимальное значение по совокупному числу индексируемых материалов составляет 100 ед. за рассматриваемый период.

Результаты исследования

Общий объем научной продуктивности России составляет 348 773 публикации за 2013-2017 гг. По количеству публикаций, проиндексированных в базе данных Scopus за данный период, Российская Федерация занимает 14-е место после США, Китая, Великобритании, Германии, Индии, Японии, Франции, Италии, Канады, Австралии, Испании, Южной Кореи и Бразилии. При этом в стране продуктивность научно-исследовательской деятельности крайне неоднородна. Из проанализированных 1 118 населенных пунктов 446 имеют публикации в базе данных Scopus за период 2013-2017 гг. (рис. 1). Для дальнейшего детального анализа, учитывая установленное пороговое значение по числу публикаций, использована выборка в 119 городов и 1 сельское поселение (пос. Нижний Архыз). Анализ населенных пунктов с меньшим количеством публикаций делает невозможным выявление объективных закономерностей, так как велика вероятность влияния случайных факторов, которые нивелируются в случае большого массива данных.

Рисунок 1 Пространственное распределение публикационной активности в России
(Источник: составлено авторами на основе Scopus.com)

Как показано на рисунке 1, наибольшее количество публикаций подготовлено авторами из организаций, расположенных в крупнейших городах страны. В шести мегаполисах насчитывается более 10 000 публикаций: Москва – 176 419, Санкт-Петербург – 53 835, Новосибирск – 34 455, Томск – 19 103, Казань – 14 523 и Екатеринбург – 11 115. Корреляционный анализ показывает, что существует сильная взаимозависимость между объемом научной продуктивности и количеством населения в данном населенном пункте (значение корреляции 0,97). Однако присутствуют и исключения. Так, например, в некоторых крупных городах с населением, превышающим 500 000 человек, было проиндексировано менее 500 публикаций: Липецк – 419 публикаций (0,82 публикации на 1000 чел.), Набережные Челны – 453 публикации (0,85 на 1000 человек), Астрахань – 474 (0,89 публикаций на 1000 человек). С

другой стороны, из 17 населенных пунктов с соотношением количества публикаций на 1000 человек, превышающим 10 публикаций, в девяти численность населения не превышает 100 000 человек. Из них пять с населением до 50 000 человек, в том числе одно сельское поселение: Нижний Архыз (поселок в Карачаево-Черкесской Республике с астрономической обсерваторией) – 1 324,8 публикаций на человека, Иннополис (город с особой экономической зоной для высокотехнологичной промышленности в Республике Татарстан) – 384,3, Черноголовка (наукоград Московской области) – 254,7, Пущино (наукоград Московской области) – 125,2, Протвино (наукоград Московской области) – 61,2.

Исследование качественных характеристик публикационной активности в городах производилось с использованием средневзвешенного индекса цитирования по предметным областям (FWCI)¹ и выделением ведущей предметной области в данном городе² [37]. Результаты, представленные на рисунке 2, показывают, что только 15 населенных пунктов имеют значение индекса не ниже среднемирового, из них 7 населенных пунктов с общим населением менее 100 000 человек. Это г. Иннополис в Республике Татарстан, пос. Нижний Архыз в Карачаево-Черкесской Республике, г. Протвино и г. Дубна в Московской области, г. Юрга в Кемеровской области, г. Гатчина в Ленинградской области, г. Саров в Нижегородской области. Эти поселения расположены в разных частях страны. Ведущие предметные области исследований в данных населенных пунктах: физика и астрономия, информатика, инженерные науки. При этом научная специализация этих городов не всегда совпадает с профилем расположенного рядом крупного научно-образовательного центра. Например, Иннополис (информатика) – Казань (инженерные науки); Юрга (инженерные науки) – Кемерово (медицина); Таганрог (информатика) – Ростов на Дону (физика и астрономия).

В таблице 1 представлены данные по ключевым наукометрическим критериям, дифференцированным по размеру населенного пункта. По численности населения населенные пункты подразделяются на следующие группы: до 50 000 человек – 6 городов; от 50 000 до 100 000 – 12 городов; от 100 000 до 150 000 – 9 городов; от 150 000 до 200 000 – 6 городов; от 200 000 до 500 000 – 50 городов; от 500 000 до 1 000 000 – 22 города; более 1 000 000 – 15 городов. Анализируются следующие критерии:

- объем научной продуктивности (количество проиндексированных документов за 2013-2017 гг.);
- интенсивность научной деятельности (число публикаций на 1000 жителей);
- средневзвешенный индекс цитирования по научным областям – FWCI;
- международное сотрудничество (доля публикаций, изданных в сотрудничестве с учеными из других стран, в % от общего объема публикаций);
- национальное сотрудничество (доля публикаций, изданных в сотрудничестве с учеными из других российских организаций, в % от общего объема публикаций);
- публикации в топ-10% лучших журналах по метрике CiteScore (в % от общего объема публикаций);
- предметная область с наибольшей концентрацией публикаций в общем объеме публикаций.

1 Взвешенный по области знаний индекс цитирования (Field-Weighted Citation Impact) показывает, как количество цитирований, полученных публикацией (группой публикаций) соотносится со среднемировым уровнем цитирования аналогичных документов (публикации в аналогичной предметной области, опубликованные в тот же промежуток времени). Значение FWCI в мире определяется на уровне 1,0.

2 Определение научной области публикации происходит исходя из тематической направленности источника (журнала, монографии и т.п.). Одна публикация может быть одновременно отнесена в несколько научных областей. Анализ распределения производился по классификатору БД Scopus - ASJC (All Science Journal Classification Used in Scopus). Ведущей тематической областью определялась та, в рамках которой было опубликовано максимальное количество работ за исследуемый период.

Рисунок 2 Качественные характеристики публикационной активности городов РФ
(Источник: составлено авторами на основе Scopus.com)

Таблица 1

Распределение городских поселений по средним значениям ключевых наукометрических критериев

	Количество публикаций	Публикаций на 1000 человек	FWCI	Доля в общем объеме публикаций			Основная предметная область
				Международная коллаборация	Национальная коллаборация	CiteScore 10%	
I Группа: до 50 000 чел.*							
Среднее	1871	359,2	1,57	49,3	28,4	21,3	Физика и астрономия
Медиана	1448	189,9	1,45	45,0	30,0	14,7	
II Группа: 50 000 - 100 000 чел.							
Среднее	1206	15,6	0,93	26,6	27,5	12,6	Физика и астрономия
Медиана	437	5,0	0,54	16,7	27,5	8,0	
III Группа: 100 000 - 150 000 чел.							
Среднее	884	7,9	0,65	13,0	30,0	5,6	Общественные науки
Медиана	199	1,4	0,58	11,9	29,6	2,9	
IV Группа: 150 000 - 200 000 чел.							
Среднее	334	1,9	0,56	17,0	23,2	4,6	Науки о Земле
Медиана	218	1,2	0,57	16,5	19,7	3,2	
V Группа: 200 000 - 500 000 чел.							
Среднее	651	1,9	0,57	14,6	21,6	4,5	Инжиниринг
Медиана	548	1,7	0,53	13,2	20,2	4,1	

VI Группа: 500 000 - 1 000 000 чел.							
Среднее	2547	4,2	0,68	15,8	23,7	5,5	Инжини- ринг
Медиана	1161	1,9	0,64	16,4	23,9	4,7	
VII Группа: свыше 1 000 000 чел.							
Среднее	22 397	7,0	0,74	20,1	27,7	8,6	Физика и астрономия
Медиана	5152	4,5	0,75	21,1	25,3	8,9	

Источник: составлено авторами на основе Scopus.com

В населенных пунктах до 50 000 человек (малые города и сельское поселение Нижний Архыз) наблюдается наивысшая научная продуктивность. Данная группа лидирует по всем критериям эффективности за исключением абсолютных значений, уступая городам свыше полумиллиона человек, и среднему значению доли публикаций, выполненных в национальном соавторстве, уступая III группе. Среднее значение числа публикаций на 1000 жителей в 359,2 ед. в 23 раза опережает ближайшего лидера – города группы II и в 51,3 раза города-миллионники. Средневзвешенный индекс цитирования по научным областям (FWCI) в группе I на 57% выше среднемирового уровня и является самым высоким из всех рассматриваемых групп городов (вдвое опережая города от 150 до 500 тыс. чел.). Аналогичное распределение выявлено в доле публикаций, изданных в топ-10% журналах. По данному показателю также лидируют города группы I и II. Разительный разрыв наблюдается в доле статей, выполненных по итогам международной коллаборации. В населенных пунктах группы I до половины (49,3%) всех опубликованных материалов – результаты работы интернациональной команды. Ближайшим по значению выступают города группы II, схожие своей численности (26,6%). В некоторой степени, закономерность прослеживается в корреляции относительно доминирующей предметной области исследований. В городах, где физика и астрономия преобладает в качестве тематической области исследований, наблюдается более высокий уровень интеграции в международные сети сотрудничества.

Результаты показывают, что размер населенного пункта не влияет ни на объем (до достижения определенной критической массы, что проявляется в городах от полумиллиона жителей), ни на предметную область публикаций. Малые и средние города, преимущественно в черте зоны влияния полюсов роста, столь же продуктивны по объему публикаций, в том числе издаваемых в высококачественных журналах. Они хорошо интегрированы в национальный и международный контекст генерации нового знания с преобладанием аналогичных приоритетных областей исследований, что и крупнейшие города страны. При этом стоит отметить, что в данном анализе рассматривались города с числом публикаций более 100 ед. за пятилетний период исследования. Данный факт означает, что в обзор попали малые города, в которых присутствует достаточно эффективно функционирующие научные и/или образовательные центры. Вместе с тем, общий уровень вовлеченности малых городов (до 50 000 жителей) в научно-исследовательскую деятельность крайне низкий. Из 789 городов, попадающих в данную категорию (группа I), только в 174 была опубликована хотя бы одна работа в изданиях, индексируемых в Scopus, из них лишь в 6 количество публикаций превышает установленный порог в 100 ед. за пятилетний период. В контексте данного исследования, в большей степени подтверждается эффективность градообразующих научно-промышленных, технологических и инновационных комплексов – наукоградов, а также значимость уникальной высокотехнологичной инфраструктуры, в случае с сельским поселением Нижний Архыз в Республике Карачаево-Черкессия.

Обсуждение результатов

Знания и инновации во всем мире характеризуются сильной асимметрией в контексте своего географического распределения. Устоявшимся можно считать утверждение Р. Флориды и других ученых [38], что знания имеют тенденцию к концентрации в крупных городах. Как и в случае с отраслевыми кластерами, знания сильно зависят от фактора местоположения, учитывая не столько эколого-географический фактор¹, сколько социально-экономические и институциональные факторы². Эмпирические исследования о «регионах знания» [40], «живых лабораториях» [41], «инновационной среде» [42], «инновационных пространствах» [43] и других форматах высокотехнологичного и наукоемкого сетевого взаимодействия, в первую очередь, характеризуют сложившуюся благоприятную среду, способствующую исследованиям и инновационному предпринимательству. Создание и поддержание подобных благоприятных условий, необходимых для возникновения науки и инноваций, трудно обеспечить и поддерживать [44]. Более того, капиталоемкость высокотехнологичных и наукоемких видов деятельности, требующих значительные затраты на исследования и разработки (в т.ч. уровня «меганауки»), предполагает сосредоточение финансовых ресурсов в центральных городах, выступающих естественной средой генерации нового знания и инновации [45].

К числу центральных мест – полюсов роста, относятся ключевые мегаполисы страны – Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Томск, Казань, Екатеринбург, в границах которых генерируется основная доля результатов интеллектуальной деятельности и инноваций (67,5%). Сложившаяся иерархия значимости в контексте национальной инновационной системы строится на основе валового объема интеллектуальной и инновационной продукции, численности населения и числа компаний, в том числе по видам деятельности. Малые города рассматриваются в роли сателлитов – зон влияния, получающих выгоду от внешних экстерналий, перелива знаний и диффузии инноваций. С данной точки зрения, создаваемая в мегаполисах научно-технологическая и инновационная инфраструктура, предполагает достаточное положительное воздействие на «зону влияния», обеспечивая ее «догоняющее» развитие в режиме коллективного пользования, доступ исследователей и предпринимателей к необходимой инновационной и поддерживающей инфраструктуре.

Наше исследование показывает, что города, расположенные в зоне влияния «полюсов роста», могут быть столь же продуктивны, как и центральные места. Небольшие города группы I-III (до 150 000 чел.) нередко превосходят крупные агломерации не только по качеству исследований (средневзвешенному уровню цитируемости по предметной области – FWCI, доле публикаций в топ-10% журналов, уровню цитируемости) и научной продуктивности (числу публикаций относительно численности населения), но и по абсолютному объему научных результатов. Примером могут служить целый ряд городов Московской области (Долгопрудный, Дубна, Протвино, Пущино, Фрязино, Черноголовка), г. Гатчина Ленинградской области, расположенный в 50 км от центра Санкт-Петербурга, г. Иннополис, входящий в агломерацию Казани, г. Миасс Челябинской области, г. Бийск Алтайского края, г. Волжский Волгоградской области и другие, в которых один или ряд показателей превышает соответствующий полюс роста.

1 Вместе с тем, географический фактор зачастую играет ключевую роль в размещении научно-технологической инфраструктуры, например, обсерваторий, метеорологических, орнитологических, полярных, сейсмических и прочих станций.

2 развернутый обзор о роли географии в экономике знаний см. в работе [39]

Большие города также не монополизируют роль национального хаба по перераспределению (диффузии) глобальных потоков знания и инноваций. Города, независимо от их размера, могут быть успешно интегрированы в международное сотрудничество, с аналогичной и даже более высокой долей результатов интеллектуальной деятельности, выполненных в международном соавторстве. В условном рейтинге городов с наибольшей долей международных исследований лидируют г. Протвино – 84,2 % (Московская область), г. Гатчина – 80,4 % (Ленинградская область), г. Дубна – 72,3 % (Московская область), г. Иннополис – 58,8 % (Республика Татарстан), г. Магадан – 44,50% (Магаданская область), г. Долгопрудный – 41,1 % (Московская область), со средней численностью в 68 тыс. человек. Показатели ключевых научных и инновационных центров, с совокупной численностью населения в 22,8 млн. чел., более скромны: Санкт-Петербург – 35,3 %, Москва – 27,0 %, Томск – 26,3 %, Новосибирск – 26,0 %, Екатеринбург – 22,2 %, Казань – 22,1 %.

Несмотря на яркое проявление фактора «пристоличного» положения, многие города, располагающиеся в «зоне влияния» крупных агломераций, демонстрируют различную с «ядром» отраслевую направленность. Например, Миасс (науки о земле) – Челябинск (инженерные науки), Северск (материаловедение) – Томск (физика и астрономия), Иннополис (информатика) – Казань (инженерные науки); Югра (инженерные науки) – Кемерово (медицина); Таганрог (информатика) – Ростов на Дону (физика и астрономия). Данный факт говорит о реализации самостоятельной (взаимодополняющей) научно-исследовательской и технологической повестки данными территориальными инновационными системами. Более того, расположенные в отдаленных районах города более склонны к реализации научно-исследовательской деятельности вне общенационального мейнстрима, охватывая менее «популярные», но не менее значимые научные области. В центре исследований на севере и востоке страны находятся вопросы эксплуатации богатых природных ресурсов (нефти, газа, руды и т. д.) и морских биоресурсов, а также экологических проблем и жизни коренных народов. Юго-западные регионы в большей степени ориентированы на обрабатывающую промышленность. Города «инновационной периферии» обеспечивают интеграцию науки с местной промышленностью, отвечают на запросы местного сообщества, решают актуальные проблемы окружающей среды, вместе с тем, реализуя исследования на высоком мировом уровне. Данный факт подтверждает значимость региональных центров передового опыта (вузов, институтов Академии наук, исследовательских центров) для обеспечения региональной инновационной безопасности и формирования целостной структуры знания в рамках национальной инновационной системы [46].

Результаты проведенного исследования трудно сопоставить с работами, проделанными ранее. При изучении поляризации и периферийности инновационной деятельности большинство авторов используют регион в качестве территориальной единицы анализа. Итогом исследований становится типология регионов и построение картографических моделей пространственного распределения научно-технического, интеллектуального и инновационного капитала [18; 19]. В агрегированном виде, представленные типологии полностью соотносятся с более детализированной картиной в разрезе городов. Немногочисленные исследования по изучению научной продуктивности крупнейших городов, например [36], реализованы без привязки к территории, фокусируясь на локациях с наивысшими валовыми значениями. Подобное построение методологии не позволяет оценить «производительность» территориальных инновационных систем и оставляет за скобками характер взаимосвязей между городами региона или страны.

Заключение

Предварительная оценка полученных с использованием методов пространственной наукометрии данных показывает зависимость значений индикаторов научно-исследовательской деятельности от геоэкономического положения территории. В частности, высокое значение имеет фактор близости к крупным агломерациям – полюсам роста («пристоличное положение»), высокую интегрированность в международную коллаборацию имеют территории с морским и океаническим побережьем, и приграничным положением, значительное влияние имеет отраслевая направленность крупных промышленных предприятий региона и природно-климатические условия территории, что может выступить в качестве предмета дальнейших исследований.

Исследование подтверждает закономерность концентрации знания и инноваций в крупных городах. Примеры успешного развития научно-исследовательского и образовательного сектора в ряде малых и полусредних городов не позволяет сделать вывод об общей существенной роли данного типа населенных пунктов в инновационном развитии России. В 80% городов вовлеченность в процессы генерации нового знания и инноваций находятся на крайне низком уровне или отсутствуют. Вместе с тем, сохранение и наращивания интеллектуального потенциала в «отстающих» городах инновационной периферии имеет высокую значимость как для обеспечения региональной инновационной безопасности, так и для обеспечения стратегических приоритетов страны – исследование Арктики, геолого-минералогические и экологические исследования, изучение Мирового океана. Согласно проведенному исследованию, именно малые и средние города «инновационной периферии» обеспечивают исследования и разработки, а также образование и восполнение кадров в данных «территориально-чувствительных» областях знания, обеспечивая интеграцию науки с потребностями местного сообщества (в т.ч. бизнес-сообщества).

Достижение количественного и качественного повышения результатов интеллектуальной деятельности, в т.ч. показателей публикационной активности, возможно за счет реализации ряда инициатив:

1. стимулирование корпоративного сектора к реализации научно-исследовательских проектов прикладного характера на региональном уровне через предоставление льгот, налоговых преференции и других существующих механизмов¹;
2. введение федеральной системы поощрения публикационной активности научно-педагогических работников в изданиях, индексируемых в международных системах цитирования. В настоящий момент многие вузы не реализуют действенную политику в данном направлении, не стимулируя сотрудников к профессиональному росту;
3. создание и популяризация эффективных онлайн курсов по академическому письму для обучения сотрудников, вовлеченных в научно-исследовательскую деятельность;

1 Например, в 2016 году в ОАО «РЖД» появилось распоряжение старшего вице-президента В. А. Гапановича № 719р «О мерах по повышению показателей публикационной активности ОАО «РЖД» в Российском индексе научного цитирования». Согласно распоряжению, результаты анализа публикационной активности подразделений ОАО «РЖД» включаются в рейтинговую оценку деятельности главных инженеров железных дорог. Авторы РЖД чаще всего публикуют свои работы в отечественных изданиях Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), реже в Ядре РИНЦ и наиболее редко в международных базах данных Scopus и Web of Science. За 2018 год авторами РЖД было опубликовано 342 публикации в РИНЦ, 58 в Ядре РИНЦ и 44 в Scopus.

4. обеспечение централизованной подписки для научно-образовательных организаций на международные системы цитирования и базы данных ведущих мировых издательств;
5. поддержка инициативы по обеспечению открытого доступа к научным исследованиям, финансируемым за счет государственного бюджета¹.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-310-20016 «Приморские города в инновационном пространстве европейской части России».

¹ Например инициатива «Plan S» ассоциации научных фондов 12 европейских стран (Science Europe) по оплате открытого доступа национальных публикаций в рамках оформленной подписки до 2012 г.

REFERENCES

1. Mikhaylova A.A., Mikhaylov A.S. Re-distribution of knowledge for innovation around Russia. *International Journal of Technological Learning. Innovation and Development*. 2016. Vol. 8, Issue 1. P. 37-56.
2. Mikhaylov A.S., Peker I.Yu. Spatial Distribution of the Intellectual Capital of Russia. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2019. Vol. 28. Issue 6. P. 28-39. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-6-28-39
3. Cooke P. To construct regional advantage from innovation systems first build policy platforms. *European Planning Studies*. 2007. Vol. 15, Issue 2. P. 179-194. DOI: 10.1080/09654310601078671
4. Asheim B.T., Boschma R., Cooke P. Constructing Regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases. *Regional Studies*. 2011. Vol. 45, Issue 7. P. 893-904.
5. Frenken K., Van Oort F., Verburg T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*. 2007. Vol. 41, Issue 5. P. 685-697.
6. Keeble D., Lawson C., Moore B., Wilkinson F. Collective learning processes, networking and 'Institutional thickness' in the Cambridge region. *Regional Studies*. 1999. Vol. 33, Issue 4. P. 319-332.
7. Carayannis E.G., Campbell D.F.J. Triple helix, Quadruple helix and Quintuple helix and how do Knowledge, Innovation and the Environment relate to Each other? a proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*. 2010. Vol. 1, Issue 1. P. 41-69.
8. Leydesdorff L. The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy?. *Journal of the Knowledge Economy*. 2012. Vol. 3, Issue 1. P. 25-35.
9. Etzkowitz H., Webster A., Gebhardt C., Terra B.R.C. The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*. 2000. Vol. 29, Issue 2. P. 313-330.
10. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The dynamics of innovation: From National Systems and "mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*. 2000. Vol. 29, Issue 2. P. 109-123.
11. Lawson C., Lorenz E. Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity. *Regional Studies*. 1999. Vol. 33, Issue 4. P. 305-317.
12. Capello R., Faggian A. Collective learning and relational capital in local innovation processes. *Regional Studies*. 2005. Vol. 39, Issue 1. P. 75-87.
13. Longhi C. Networks, collective learning and technology development in innovative high technology regions: The case of Sophia-Antipolis. *Regional Studies*. 1999. Vol. 33, Issue 4. P. 333-342.
14. Capello R. Spatial transfer of knowledge in high technology milieux: Learning versus collective learning processes. *Regional Studies*. 1999. Vol. 33, Issue 4. P. 353-365.
15. Morrison A., Rabellotti R., Zirulia L. When Do Global Pipelines Enhance the Diffusion of Knowledge in Clusters?. *Economic Geography*. 2013. Vol. 89, Issue 1. P. 77-96.
16. Breschi S., Lenzi C. Local buzz versus global pipelines and the inventive productivity of US cities. *Advances in Spatial Science*. 2013. Vol. 82. P. 299-315.
17. Bathelt H., Malmberg A., Maskell P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*. 2004. Vol. 28, Issue 1. P. 31-56.
18. Baburin V.L., Zemtsov S.P. Regions-innovators and innovative periphery of Russia. The study of diffusion of innovations on the example of ICT products. *Regional Studies*. 2014. No. 3 (45). S. 27-37. (in Russ.)

19. Makar S.V., Nosonov A.M. Assessment and spatial patterns of the development of innovative activity in the regions of Russia. *Economics. Taxes. Right*. 2017.V. 10. No. 4. P. 96-106. (in Russ.)
20. Nosonov A.M. The theory of diffusion of innovations and innovative development of Russian regions. *Pskov Regional Journal*. 2015. No. 23. P. 3-16. (in Russ.)
21. Belyaev D.O., Moisburger P. The geography of knowledge as one of the advanced directions of the modern geographic science. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series*. 2011. Vol. 2. P. 7-16. (in Russ.)
22. Dyachenko E.L., Kotsemir M.N. Territorial centralization of science. *HSE Bulletin "Science, Technology, Innovation"*. Available at: <https://issek.hse.ru/news/217837831.html> (accessed 5 August 2019). (in Russ.)
23. Bakhtizin A.R., Bukhvald E.M., Kolchugina A.V. Alignment of regions in Russia: program illusions and realities of the economy. *Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2016. No. 1. S. 76-91. (in Russ.)
24. Anokhin A.A., Kuzin V.Yu. Approaches to the identification of periphery and peripheralization in the space of modern Russia. *Bulletin of the Russian Geographical Society*. 2019. Vol. 151, No. 1. P. 3-16. (in Russ.)
25. Bufetova A.N. Spatial aspects of the concentration of economic activity in Russia. *Spatial Economics*. 2016. No3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvennye-aspekty-kontsentratsii-ekonomicheskoy-aktivnosti-v-rossii> (accessed 5 August 2019). (in Russ.)
26. Meili R., Shearmur R. Diverse diversities – Open innovation in small towns and rural areas. *Growth and Change*. 2019. Vol. 50, Issue 2. P. 492-514.
27. Meili R. The influence of small town context on access to external knowledge. *Entrepreneurship and Regional Development*. 2019. DOI: 10.1080/08985626.2019.1606288
28. Shearmur R. Are cities the font of innovation? A critical review of the literature on cities and innovation. *Cities*. 2012. Vol. 29 (SUPPL. 2). P. S9-S18.
29. Doloreux D., Shearmur R. Collaboration, information and the geography of innovation in knowledge intensive business services. *Journal of Economic Geography*. 2012. Vol. 12, Issue 1. P. 79-105.
30. Suarez-Villa L., Walrod W. Operational strategy, R&D and intra-metropolitan clustering in a polycentric structure: The advanced electronics industries of the Los Angeles basin. *Urban Studies*. 1997. Vol. 34, Issue 9. P. 1343-1380.
31. Shearmur R. Space, place and innovation: A distance-based approach. *Canadian Geographer*. 2010. Vol. 54, Issue 1. P. 46-67. DOI: 10.1111/j.1541-0064.2009.00302.x
32. Bornmann L., Waltman L. The detection of "hot regions" in the geography of science-A visualization approach by using density maps. *Journal of Informetrics*. 2011. Vol. 5, Issue 4. P. 547-553.
33. Uddin A., Singh V.K. Measuring research output and collaboration in South Asian countries. *Current Science*. 2014. Vol. 107, Issue 1. P. 31-38.
34. Zhou P., Thijs B., Glänzel W. Regional analysis on Chinese scientific output. *Scientometrics*. 2009. Vol. 81, Issue 3. P. 839-857.
35. Singh V.K., Banshal S.K., Singhal K., Uddin A. Scientometric mapping of research on 'Big Data'. *Scientometrics*. 2015. Vol. 105, Issue 2. P. 727-741.
36. Csomós G. A spatial scientometric analysis of the publication output of cities worldwide. *Journal of Informetrics*. 2017. Vol. 11, Issue 4. P. 976-988.
37. Research Metrics Guidebook. Elsevier. 2018. P. 46. Available at: <https://www.elsevier.com/research-intelligence/resource-library/research-metrics-guidebook> (accessed 5 August 2019).
38. Florida R., Adler P., Mellander C. The city as innovation machine. *Regional Studies*. 2017. Vol. 51, Issue 1. P. 86-96.
39. Morgan K. The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems. *Journal of Economic Geography*. 2004. Vol. 4. P. 3-21.
40. Rutten R., Boekema F. Beyond the Learning Region: A New Direction for Conceptualizing the Relation between Space and Learning. *European Planning Studies*. 2013. Vol. 21, Issue 5. P. 722-734.
41. Leminen S., Westerlund M. Towards innovation in Living Labs networks. *International Journal of Product Development*. 2012. Vol. 17, Issue 1-2. P. 43-49.
42. Crevoisier O. The innovative milieus approach: Toward a territorialized understanding of the economy?. *Economic Geography*. 2004. Vol. 80, Issue 4. P. 367-379.
43. Cohen B., Almirall E., Chesbrough H. The city as a lab: Open innovation meets the collaborative economy. *California Management Review*. 2016. Vol. 59, Issue 1. P. 5-13.
44. Mikhaylova A.A. Spatial perspective on regional innovation system. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Vol. 6, Issue 3. P. 27-34.
45. Mikhaylov A.S., Mikhaylova A.A. National cohesion policies and the influence of interregional divergence gap on innovation sustainability. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*. 2017. Vol. 8, Issue 6. P. 1854-1860.
46. Mikhaylova A.A. The dimension of innovation in the economic security of Russian Regions. *European Journal of Geography*. 2018. Vol. 9, Issue 4. P. 88-104.

Информация об авторах

Михайлов Андрей Сергеевич

(Россия, Калининград)

Кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, доцент кафедры географии, природопользования и пространственного развития Института природопользования, территориального развития и градостроительства Балтийский федеральный университет им. И. Канта
E-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0002-5155-2628

Татьяна Юрьевна Кузнецова

(Россия, Калининград)

Кандидат географических наук, директор Центра развития публикационной активности, доцент кафедры географии, природопользования и пространственного развития Института природопользования, территориального развития и градостроительства Балтийский федеральный университет им. И. Канта
E-mail: tkuznetsova@kantiana.ru
ORCID ID: 0000-0002-9707-5003

Пекер Ирина Юрьевна

(Россия, Калининград)

Специалист Центра развития публикационной активности, аспирант, кафедра географии, природопользования и пространственного развития Института природопользования, территориального развития и градостроительства Балтийский федеральный университет им. И. Канта
E-mail: ipeker@kantiana.ru
ORCID ID: 0000-0002-0584-0856

Information about the authors

Andrey S. Mikhaylov

(Russia, Kaliningrad)

PhD in Geographical Sciences, Leading Researcher, Associate Professor, Department of Geography, Nature Management and Spatial Development, Institute of Nature Management, Territorial Development and Urban Planning
Immanuel Kant Baltic Federal University
Email: mikhailov.andrey@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0002-5155-2628

Tatyana Yu. Kuznetsova

(Russia, Kaliningrad)

PhD in Geographical Sciences, Director of the Center for the Development of Publication Activity, Associate Professor of the Department of Geography, Nature Management and Spatial Development of the Institute of Nature Management, Territorial Development and Urban Planning
Immanuel Kant Baltic Federal University
E-mail: tkuznetsova@kantiana.ru
ORCID ID: 0000-0002-9707-5003

Irina Yu. Peker

(Russia, Kaliningrad)

Specialist of the Center for the Development of Publication Activity, Graduate student, Department of Geography, Nature Management and Spatial Development, Institute of Nature Management, Territorial Development and Urban Planning
Immanuel Kant Baltic Federal University
E-mail: ipeker@kantiana.ru
ORCID ID: 0000-0002-0584-0856