

УДК 911.372.3

## НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ГЕНЕРАЦИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ В ПРИГРАНИЧНЫХ ГОРОДАХ РОССИИ

© 2021 г. А. А. Михайлова<sup>а</sup>, Я. А. Вендт<sup>б</sup>, А. П. Плотникова<sup>а</sup>, Я. Танг<sup>с</sup>, А. С. Михайлов<sup>а, д, \*</sup>

<sup>а</sup>Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Калининград, Россия

<sup>б</sup>Гданьский университет, Гданьск, Польша

<sup>с</sup>Сычуаньский университет, Сычуань, Китай

<sup>д</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

\*e-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

Поступила в редакцию 11.05.2020 г.

После доработки 28.03.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Усложнение процесса генерации нового знания привело к росту международных сетей научного сотрудничества, а интеграцию в них сделало важнейшим фактором конкурентоспособности. Развитие трансграничного научного сотрудничества преследует две генеральные цели: во-первых, регионального развития – за счет особенностей экономико-географического положения, во-вторых, экономическую – посредством снижения затрат и повышения эффективности обмена знаниями в результате сочетания географической и нетерриториальных видов близости. Исследование сфокусировано на изучении приграничных городов России в контексте определения их способности к созданию научного знания, а также потенциала интеграции в приграничные научные сети сотрудничества. В исследовании применяются наукометрические методы в сочетании с качественными оценками, что позволило получить более целостные представления о траектории развития научного пространства приграничья России. Результаты данного исследования показали, что приграничные города России концентрируют в себе значительный научный потенциал. Однако его реализация зависит от размера города, удаленности от границы и сильного научного центра, степени институциональной, когнитивной, культурной и иной близости с соседними городами приграничных государств и уровня развития научно-исследовательской деятельности в последних.

*Ключевые слова:* приграничный город, наукометрический анализ, научный центр, новое знание, трансграничное научное сотрудничество

DOI: 10.31857/S2587556621040075

### ВВЕДЕНИЕ

Граница – традиционный объект геополитических и геоэкономических исследований (Колосов, 2016; Кудияров, 1996; Kolosov, Scott, 2013). Изучение особенностей развития приграничных регионов – центральная тема многих экономико-географических научных работ (Вардомский, 2017; Дружинин, 2018). Ярко выраженная специфика в развитии приграничья формируется соотношением барьерной и контактной функций границы. Приграничные регионы испытывают постоянное и ощутимое влияние внешнеполитического, экономического, межкультурного, демографического, миграционного и экологического характера. Доминирование барьерной функции способствует периферизации приграничных территорий, снижая их возможности по использованию своего экономического потенциала (Колосов и др.,

2016; Федоров, 2019). Расширение контактной функции границы создает благоприятные условия для формирования устойчивых трансграничных деловых, культурных, личных связей и дополнительных точек экономического роста (Бакланов, Романов, 2010). Регулярные приграничные контакты – основа формирования добрососедских отношений, поощряемых укреплением нетерриториальных видов близости (Зотова и др., 2018). Синергизм трансграничных связей рождает конкурентные преимущества, недоступные участникам взаимодействия по отдельности.

Особый тип трансграничного сотрудничества – научно-технологическое, способствующее обмену научными знаниями и технологиями между приграничными регионами, выступая катализатором процесса непрерывного обучения (Makkonen et al., 2018). В данном контексте контактная

функция границы играет важную роль в развитии интеллектуального капитала приграничных регионов, однако эмпирических исследований по данной проблематике все еще недостаточно. Хорошим примером устойчивого взаимовыгодного научного сотрудничества являются государственно-частные трансграничные коллаборации – признанная форма исследований, поддерживаемая на национальном и наднациональном уровнях (Bergé, 2017). Международные, часто междисциплинарные, научные коллективы имеют доступ к целевому грантовому финансированию и исследовательской инфраструктуре в разных странах, что приводит к снижению общих затрат на исследования и простоев дорогостоящего лабораторного оборудования. Дополнительная ценность – обмен мыслями, идеями, неявными знаниями, заключенными в опыте, навыках и компетенциях, а также реальное сотрудничество по созданию научной продукции. Важное значение имеет синергетический эффект, получаемый в совместных исследованиях.

Реализация международного партнерства по коммерциализации результатов научных исследований – более сложная форма взаимодействия, требующая высокого уровня доверия и соответствующей институциональной основы (van den Broek J., Smulders, 2015). Вопросы участия в затратах, лицензиях, правах, патентах и распределении потенциального дохода – традиционный предмет обсуждения при заключении договоренностей, прежде всего в практикоориентированных областях науки. Однако и экономический эффект от такого сотрудничества в долгосрочной перспективе может быть выше, нежели от замыкания инновационного процесса внутри национальных границ одной страны (Bathelt, Henn, 2014). Таким образом, содействие трансграничной мобильности интеллектуального капитала становится важным фактором развития приграничных регионов, а формирование трансграничных научных связей – значимым преимуществом в межрегиональной конкуренции.

Представляет интерес изучение внутренней неоднородности научного пространства приграничья, основные узлы которого – города, концентрирующие основную часть интеллектуальных, человеческих, финансовых, экономических, институциональных и иных ресурсов и задающие динамику приграничного научного сотрудничества. Данное исследование направлено на анализ пространственной специфики генерации научного знания в приграничье России с использованием наукометрического подхода. Его целью является оценить территориальные и функциональные различия между приграничными и внутренними российскими городами в создании научного знания. В основе исследования лежит гипотеза о том,

что территориальная близость к границе – существенный фактор научной продуктивности города. В круг исследовательских вопросов вошли поиск зависимости между результативностью генерации научного знания и размером города по численности населения, а также оценка перспектив развития европейского и азиатского векторов научного сотрудничества России с приграничными странами.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТАННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Знания все активнее становятся объектом изучения современной экономической географии как логическое продолжение эмпирического исследования моделей хозяйственной активности на мезоуровне (Земцов и др., 2016; Malecki, 2010). В фокусе экономико-географических работ последних десятилетий находятся вопросы организационно-территориального построения взаимодействий между заинтересованными участниками (фирмами, научно-исследовательскими организациями, институтами и др.) по поводу обмена знаниями в процессе ведения инновационно-экономической деятельности (Бабурин, Земцов, 2013), а также оценки затрат, связанных с передачей кодифицированного и неявного знания на расстоянии (Ansoffi, 2000).

Отдельного внимания заслуживают сравнительные исследования, выполненные на материалах регионов (Balland, Rigby, 2017; Zemtsov, Kotsemir, 2019) и фирм (Shearmur, Doloreux, 2009), по оценке неоднородности распределения научного знания в пространстве и выявлению областей его локализации и дефицита. Согласно (Cantwell, Zaman, 2018), географическая удаленность определяет разнообразие генерируемых знаний, а возросшая сложность знания не позволяет обеспечивать его устойчивую генерацию только в одном месте. При этом географическое расстояние негативно влияет на частоту личных взаимодействий ввиду роста затрат и усилий на их осуществление (Hoekman et al., 2010).

Существенным методическим стимулом для развития географии знания выступила пространственная наукометрия, подходы которой позволили реализовывать более масштабные работы по изучению “архипелагов научных знаний” (Thrift, 1999), в том числе на уровне города, обычно слабо представленного в традиционной статистике. Городам в современной экономике принадлежит главная роль в производстве знаний, что обусловлено нарастанием агломерационных процессов, сопровождающихся интеграцией интеллектуального и территориального капиталов, значимостью городской среды для обмена знаниями (Zhang, Wu, 2019).

Города занимают лидирующее место по созданию научных знаний. Одни сформировали более эффективные локальные научные системы, а другие все еще остаются невидимками на научных картах. Согласно современным исследованиям (György, 2018; Maisonobe et al., 2016), факторами успеха в конкурентной борьбе выступают сложившийся научный авторитет; развитие более востребованных, цитируемых областей наук; активное участие в международном, межрегиональном или межгородском научном сотрудничестве.

Представляют интерес работы на стыке экономической географии и сетевых исследований, рассматривающие процесс обмена знаниями в контексте сочетания географической и иных нетерриториальных видов близости: институциональной, социальной, когнитивной, организационной, культурной, исторической и др. (Замятина, Пилясов, 2017; Gui et al., 2018). Географическая близость способствует более частым взаимодействиям лицом к лицу, что увеличивает и улучшает передачу знаний, в том числе благодаря перетоку неявных знаний (Desrochers, 2001). Увеличение географического расстояния нередко обуславливает ослабление культурной близости и более высокие языковые барьеры (Bathelt, Henn, 2014; Boschma, 2005).

Гравитационная модель международных совместных исследований предсказывает, что вероятность сотрудничества увеличивается с уменьшением физического или социального расстояния между участниками (Frenken et al., 2009). Под социальным расстоянием понимается степень нетерриториальной близости участников взаимодействия. Во многих международных научных коллаборациях партнеры – коллеги с предыдущих мест работы, бывшие студенты или профессора и др., поскольку у них уже установились доверительные отношения, основанные на социальной близости (Agrawal et al., 2015). Таким образом, сотрудничество на значительном географическом удалении возможно и может быть продуктивно, однако должно компенсироваться институциональным, социальным, когнитивным, организационным и/или культурным единством взаимодействующих сторон. Также для поддержания международных коллабораций в научной сфере имеет важное значение комплементарность генерируемых в городах областей знания, которые достаточно устойчивы во времени (Wuestman et al., 2019).

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Необходимость решения задач по выявлению специфики расположения и функционирования городов – генераторов научного знания в приграничье России – и оценке потенциала их международного научного взаимодействия определила логику, методы и подходы к построению исследо-

вательской стратегии. Оценка проходила в два этапа. На первом проведен наукометрический анализ процесса генерации научного знания в городах РФ и выявлены его территориальные особенности. Для этого обоснованы критерии формирования выборки городов; определен набор наукометрических и статистических показателей с последующим сбором и анализом данных; проведена дифференциация городов по удаленности от государственной границы с выделением нескольких приграничных зон; определены межгородские различия в генерации научного знания в зависимости от территориального расположения. На втором этапе дана оценка возможностей формирования приграничных научных связей между Россией и соседними странами на основе плотности иностранных городов – потенциальных участников сотрудничества, и качественных оценок экспертов из Польши, Литвы, Румынии, Японии и Китая.

Учтены научные, образовательные организации, предприятия и иные субъекты, участвующие в сопроизводстве знания. Источник наукометрических данных – реферативная база научного цитирования Scopus. Выбор обусловлен ее международным, а не национальным статусом, позволяющим учитывать научные публикации с участием зарубежных ученых; сравнительно большим среди других международных баз покрытием научных публикаций, аффилированных с Россией; наличием встроенных поисковых и аналитических (SciVal) инструментов.

Выгрузка массива данных осуществлялась во втором квартале 2019 г. за пятилетний период: 2013–2017 гг. При создании базы наукометрических данных по городам выборки выдержаны следующие принципы: *самодостаточности* – отдельный поисковый запрос для каждого города; *дополнительности* – статьи без указания города идентифицировались по организации(-ям), в которой(-ых) выполнено исследование, в случае нескольких авторов учитывалась аффилиация каждого, а статьи без указания страны не учитывались; *неопределенности* – учитывалась вариативность в написании названий городов, научных организаций; *разнообразия* – учитывались все организации и предприятия, чьи сотрудники – авторы научных статей, опубликованных в журналах из базы Scopus в 2013–2017 гг.

В первичную оценку вошло 1118 городов РФ, из которых сформирована выборка в 440 (без учета Республики Крым и Севастополя). Критерий выборки – наличие не менее одной статьи в Scopus за период изучения. Для этих городов построены научные профили по семи наукометрическим показателям: общий уровень цитируемости; взвешенное по области знания цитирование; удельный вес статей в соавторстве с иностранны-

**Таблица 1.** Распределение городов выборки по группам

По численности населения	Приграничные					Внутренние
	Всего	1 пояс	2 пояс	3 пояс	4 пояс	
Всего	219	78	36	55	50	221
От 250 тыс. чел. (А)	40	14	6	14	6	78
Менее 250 тыс. чел. (Б)	179	64	30	41	44	143

ми учеными; удельный вес статей в соавторстве с учеными из разных организаций одной страны; доля статей в топ-10% журналах Scopus; научная продуктивность по количеству статей относительно численности населения; доминирующая область знания по абсолютному количеству статей. При интерпретации результатов учитывались отличия городов по численности населения и положению относительно государственной границы с выделением потенциально контактных зон (табл. 1).

Города выборки дифференцировались по двум критериям:

– *размеру*: “группа А” объединила миллионники, крупнейшие, крупные города с населением свыше 250 тыс. человек; “группа Б” объединила большие, средние, малые города с населением менее 250 тыс. человек;

– *удаленности от границы*: “внутренние”, удаленные от нее более чем на 300 км; “приграничные”, расположенные не более чем в 300 км от государственной границы, с выделением 4 поясов: 1-го – до 50 км от государственной границы; 2-го – 50–100 км; 3-го – 100–200 км; 4-го – 200–300 км.

Учеными России и стран СНГ протяженность территории пограничья и приграничья в контексте изучения вопросов социально-экономического сотрудничества, транспорта и трудовых миграций оценивается в 5–30 км, реже 50 км (Вардомский, 2008; Зотова, Терещенко, 2020; Изотов, Юн, 2011; Лажник, 2011; Осадчая, Ремизов, 2013), что обусловлено как существующими административными режимами, так и функциональными факторами, например, необходимостью тесных регулярных контактов. Выбор в данном исследовании более обширной географической зоны обоснован стремлением проследить изменение закономерностей в генерации научного знания с удалением от государственной границы и опирается на результаты предшествующих тематических исследований в области передачи знания (Abramo et al., 2020; Inoue et al., 2019). В четыре приграничных пояса вошло 219 городов, из них 137 – в приграничных субъектах РФ. За пределами 300 км исследуемой зоны осталось всего 6 городов выборки приграничных субъектов РФ, которые рассмотрены в составе внутренних городов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 300 км приграничной зоне России расположено 49.8% всех городов выборки, в том числе 17.7% в 1-м поясе в непосредственной близости от государственной границы. Несмотря на почти равное в количественном отношении распределение объектов исследования между приграничьем и внутренними территориями, имеются существенные различия в их составе. Более 80% приграничных городов имеет население менее 250 тыс. человек, в то время как в группе внутренних городов данный показатель существенно ниже – около 65%. Это говорит о том, что научный ландшафт приграничья складывается в большей степени из небольших городов, поддерживаемых рядом крупных, из которых семь – миллионники (в 1-м поясе – Санкт-Петербург и Ростов-на-Дону; во 2-м – Омск; в 3-м – Челябинск, Самара, Воронеж и Волгоград).

Наукометрические показатели за 2013–2017 гг. по группам приграничных и внутренних городов РФ представлены в табл. 2 и 3. Расчет показателей производился следующим образом: среднее рассчитано как среднее арифметическое по городам группы за период; “минимальное” – наименьшее отличное от нуля значение, встречающееся среди городов данной группы за период; “нулевое” показывает количество городов, для которых данный показатель был нулевым в 2013–2017 гг.

В среднем приграничные города России в 4.8 раза уступают внутренним по научной продуктивности. В 1, 3 и 4-м приграничных поясах характерна более высокая научная продуктивность для городов группы А, а во 2-м поясе разрыв между группами А и Б минимален. Для внутренних городов наблюдается обратная тенденция: группа Б почти в 2 раза превосходит группу А по научной продуктивности. Это свидетельствует о ключевой роли городов с населением свыше 250 тыс. человек как драйверов процесса генерации научного знания в приграничье. Вероятно, из-за близкого и достаточно компактного расположения в приграничной зоне (особенно в европейской части страны) они оттягивают ресурсы из более мелких населенных пунктов, снижая их научный потенциал. В случае же внутренних городов, преимущественно расположенных на значительном расстоянии друг от друга, их удален-

**Таблица 2.** Наукометрические показатели приграничных городов России, 2013–2017 гг.

Показатель	Значение	Приграничные города (А – от 250 тыс. чел., Б – менее 250 тыс. чел.)								
		Всего	1 пояс		2 пояс		3 пояс		4 пояс	
			А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
П1, цитаты/ статья	Макс.	83.0	6.0	38.6	16.3	9.0	8.3	83.0	5	9.4
	Среднее	2.79	2.58	3.54	2.93	2.46	2.51	4.32	2.02	1.43
	Мин.	0.17	0.2	0.17	1.1	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3
	Нулевое (число городов)	50	1	18	1	4	2	8	1	15
П2, цитаты/ статья	Макс.	3.96	1.16	2.98	2.4	2.97	3.96	2.4	1.05	2.73
	Среднее	0.49	0.52	0.41	0.75	0.55	0.69	0.34	0.57	0.35
	Мин.	0.02	0.07	0.04	0.33	0.02	0.13	0.05	0.16	0.03
	Нулевое (число городов)	50	1	18	1	4	2	8	1	15
П3, %	Макс.	100	35.3	100	42.3	100	28	100	21.9	100
	Среднее	15.5	15.3	23.0	12.0	23.9	12.2	12.1	9.4	9.6
	Мин.	1.7	6.4	16.7	4.8	7.7	4.3	2.0	1.7	2.0
	Нулевое (число городов)	94	6	26	1	10	4	18	3	26
П4, %	Макс.	100	78.6	100	60.0	33.3	60.0	100	80.0	100
	Среднее	18.1	19.1	12.8	22.5	7.31	25.2	20.4	28.1	17.5
	Мин.	2.1	3.5	10.0	10.8	2.3	2.1	4.0	5.5	2.8
	Нулевое (число городов)	80	3	29	1	9	2	14	1	21
П5, %	Макс.	60	16.7	60.0	25.0	16.7	10.4	12.5	9.3	23.1
	Среднее	3.48	5.73	5.08	5.61	2.34	3.35	0.69	2.91	1.73
	Мин.	0.6	2.1	4.0	1.5	1.3	1.3	6.7	0.6	4.4
	Нулевое (число городов)	130	7	37	2	15	8	26	4	31
П6, статей/чел.	Макс.	1248	13.1	1248	3.097	18.7	8.76	3.21	3.15	3.98
	Среднее	1.17*	2.21	1.19*	1.11	1.396	1.79	0.34	1.04	0.35
	Мин.	0.007	0.016	0.11	0.007	0.023	0.007	0.013	0.044	0.014

*Примечание.* П1 – Общий уровень цитируемости; П2 – Взвешенное по области знания цитирование; П3 – Доля статей в соавторстве с иностранными учеными; П4 – Доля статей в соавторстве с учеными из разных организаций одной страны; П5 – Доля статей в топ-10% журналах Scopus; П6 – Научная продуктивность.

\* Из расчета среднего значения исключен Нижний Архыз (Карачаево-Черкесская Республика), имеющий экстремально высокий уровень показателя.

*Источник:* рассчитано по данным базы Scopus.

ность выступает позитивным фактором, способствующим развитию научного потенциала вне зависимости от размера. Данное предположение нашло отражение в полученном распределении по показателю научной продуктивности (см. табл. 2 и 3).

Общий и взвешенный средние уровни цитируемости публикаций авторов из приграничных городов РФ в международном научном пространстве, косвенно указывающие на востребованность генерируемого знания и осведомленность о нем других ученых, сопоставимы с аналогичными показателями для внутренних городов, что не позволяет говорить о наличии явных преимуществ от близости к зарубежным научным центрам (см. табл. 2; рис. 1).

По среднему взвешенному по области знания цитированию и доле статей в топ-10% индексируемых журналах прослеживается тенденция преобладания городов группы А над группой Б вне зависимости от территориального расположения. В целом статьи из более крупных научных центров РФ имеют больший отклик мирового научного сообщества, в том числе за счет превосходства по доле публикаций в журналах с высокими импакт-факторами. Полученные результаты демонстрируют существенную неоднородность городов приграничья России как по цитируемости научных статей, так и по доле в топ-10% журналах Scopus. В 1-м и 3-м поясах по уровню общей цитируемости группа Б существенно опережает группу А на фоне значительно больших разрывов между лидерами и аутсайдерами. В 2-м и 4-м поя-

**Таблица 3.** Наукометрические показатели внутренних городов России, 2013–2017 гг.

Показатель	Значение	Внутренние города (А – от 250 тыс. чел., Б – менее 250 тыс. чел.)		
		всего	А	Б
П1 – Общий уровень цитируемости, цитаты/статья	Макс.	33.4	33.4	29.4
	Среднее	2.26	2.78	1.97
	Мин.	0.1	0.5	0.1
	Нулевое	37	0	37
П2 – Взвешенное по области знания цитирование, цитаты/статья	Макс.	6.89	4.99	6.89
	Среднее	0.5	0.6	0.45
	Мин.	0.02	0.13	0.02
	Нулевое	38	0	38
П3 – Доля статей в соавторстве с иностранными учеными, %	Макс.	100	41.1	100
	Среднее	11.5	12.3	11.1
	Мин.	1.2	1.2	2.5
	Нулевое	102	10	92
П4 – Доля статей в соавторстве с учеными из разных организаций одной страны, %	Макс.	100	100	100
	Среднее	24.7	25.2	24.5
	Мин.	1.0	5.6	1.0
	Нулевое	60	1	59
П5 – Доля статей в топ-10% журналах Scopus, %	Макс.	100	28.6	100
	Среднее	4.1	5.2	3.51
	Мин.	0.8	0.8	1.6
	Нулевое	136	19	117
П6 – Научная продуктивность, статей/чел.	Макс.	384.3	50.5	384.3
	Среднее	5.56	3.07	6.91
	Мин.	0.011	0.016	0.011

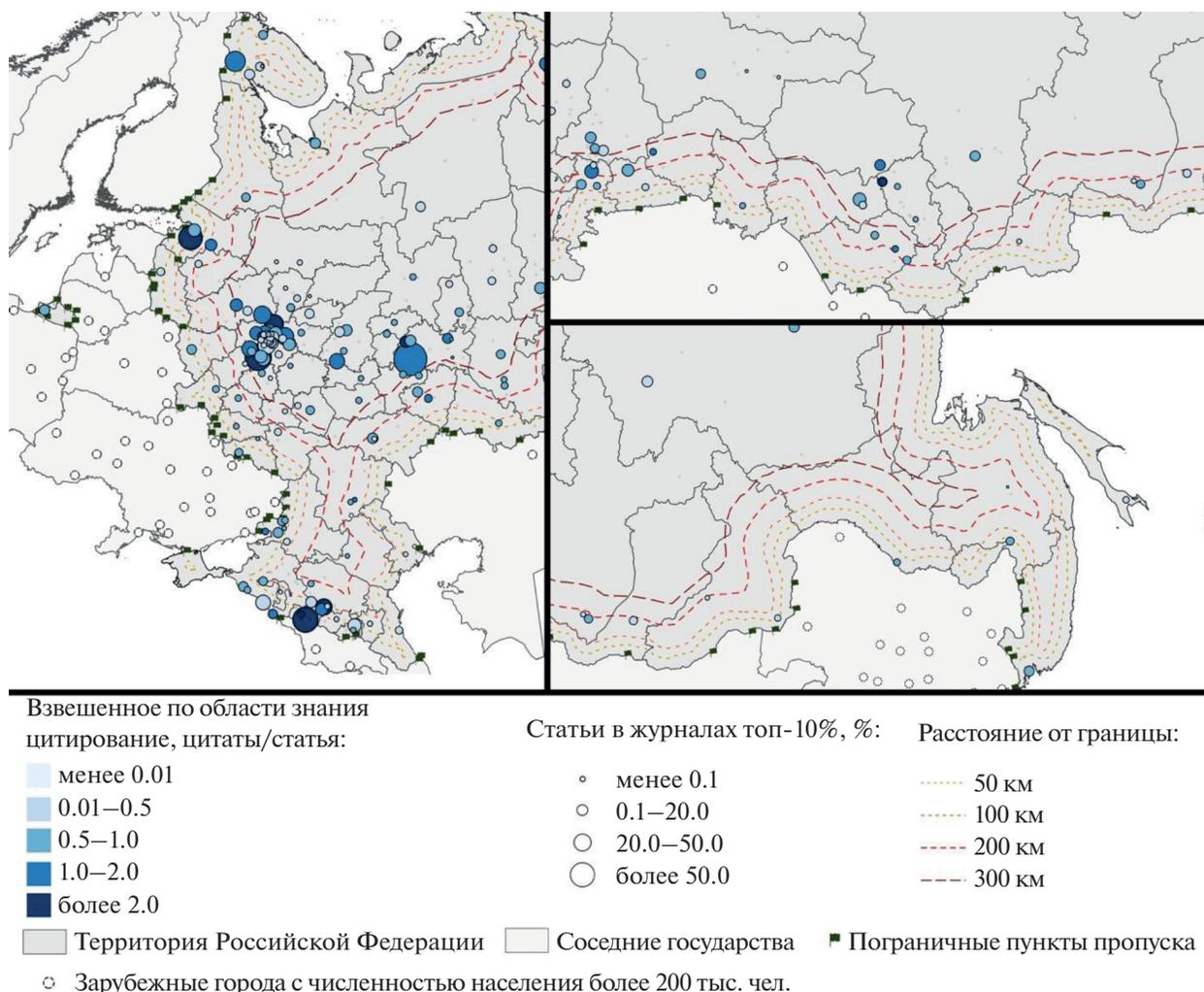
Источник: рассчитано по данным базы Scopus.

сах наблюдается обратная закономерность: бо́льшая востребованность научного знания, генерируемого группой А, и более равномерное распределение по показателю П1. По общему уровню цитируемости приграничные города 2-го и 4-го поясов в большей степени повторяют динамику внутренних. Значительный интерес представляет распределение городов в приграничье по объему публикаций в топ-10% журналах: на фоне сохранения общего паттерна превосходства группы А над Б по показателю П5 есть существенные различия между поясами. Наиболее высокие средние значения П5 у групп А и Б в поясе 1, далее идут пояса 2 и 3, а самые низкие – в поясе 4.

Распределение приграничных городов по уровню включенности в международные и национальные сети научного сотрудничества прослежено на основе показателей П3 и П4 (рис. 2). Средняя доля публикаций в соавторстве с иностранными учеными у приграничных городов РФ составляет 15.5%, что на 4 п. п. выше, чем у внут-

ренних (11.5%). При этом может быть прослежена интересная закономерность в зависимости от размера города и его удаленности от государственной границы. В городах поясов 1 и 2, наиболее близко расположенных к границе, средняя доля совместных публикаций с зарубежными авторами выше, чем у городов поясов 3, 4 и внутренних (см. табл. 2 и 3). При этом как в первом, так и во втором поясе более контактными являются меньшие по численности населения города группы Б. В 3-м и 4-м поясах существенно более низкая доля статей в международном соавторстве, чем в 1-м и 2-м поясах, без критичных различий в зависимости от размера города.

По уровню национальной научной кооперации внутренние города превосходят приграничные: 24.7 против 18.1%. При этом наблюдаются иные закономерности в распределении городов по доле статей в соавторстве с учеными из разных научных организаций России. Во-первых, как в случае внутренних, так и приграничных городов в



**Рис. 1.** Распределение приграничных городов России по востребованности генерируемых научных знаний в 2013–2017 гг.

среднем более контактной на национальном уровне является группа А. Во-вторых, наиболее высокие средние показатели доли статей в национальном соавторстве среди приграничных городов – у более удаленных в поясах 3 и 4.

Доминирующими областями знания для приграничных научных центров РФ, в которых генерируется наибольший объем публикаций, являются инжиниринг – 21%, науки о Земле и планетология – 14.6%, сельскохозяйственные и биологические науки – 12.8%, физика и астрономия – 9.1% (рис. 3). Общественные и гуманитарные науки представлены в меньшей степени. В приграничных городах 1-го пояса выявлено 16 доминирующих областей научного знания, 2-го и 3-го поясов – по 14, 4-го пояса – 13. Наибольшее разнообразие областей знаний представлено в 1-м и 2-м приграничных поясах в европейской части России. Приграничье центральной и восточной части страны в меньшей степени диверсифицировано по областям ге-

нерации научных знаний с ориентацией на инжиниринг, науки о Земле и планетологию, физику и астрономию.

## РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ С ПРИГРАНИЧНЫМИ СТРАНАМИ

Поскольку сотрудничество – результат совместной заинтересованности, то существенное влияние на установление партнерских связей и последующее получение выгод оказывает специфика научных систем соседних стран. Полезность совместных международных исследований выше, если партнер имеет более высокий уровень научно-технологического развития. Среди приграничных стран, с которыми у России есть сухопутная граница, наиболее активное научное сотрудничество на западе ведется с Польшей, Украиной и Финляндией, на востоке – с Китаем (рис. 4, табл. 4).

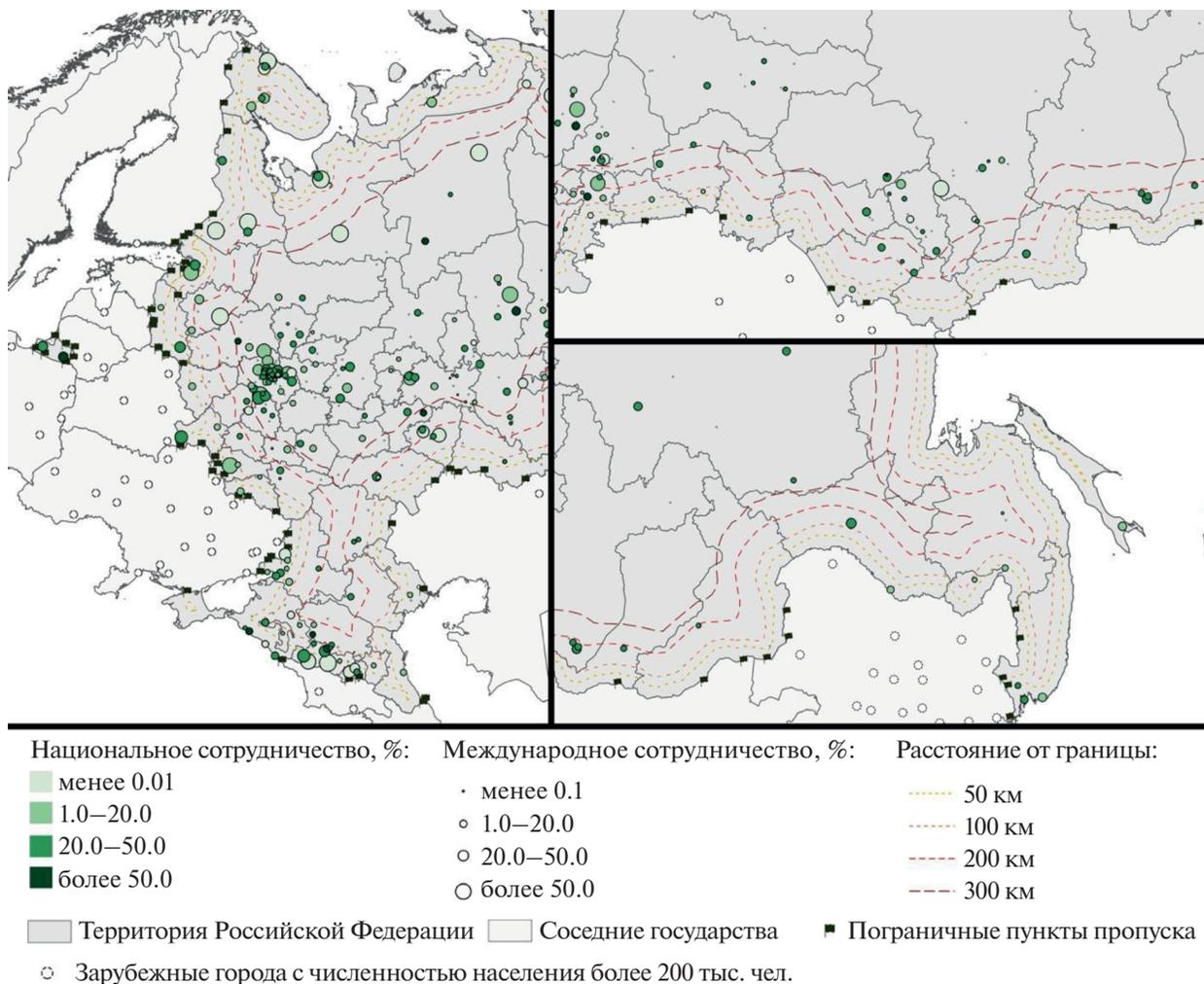


Рис. 2. Распределение приграничных городов России по доле публикаций в международном и национальном соавторстве в 2013–2017 гг., %.

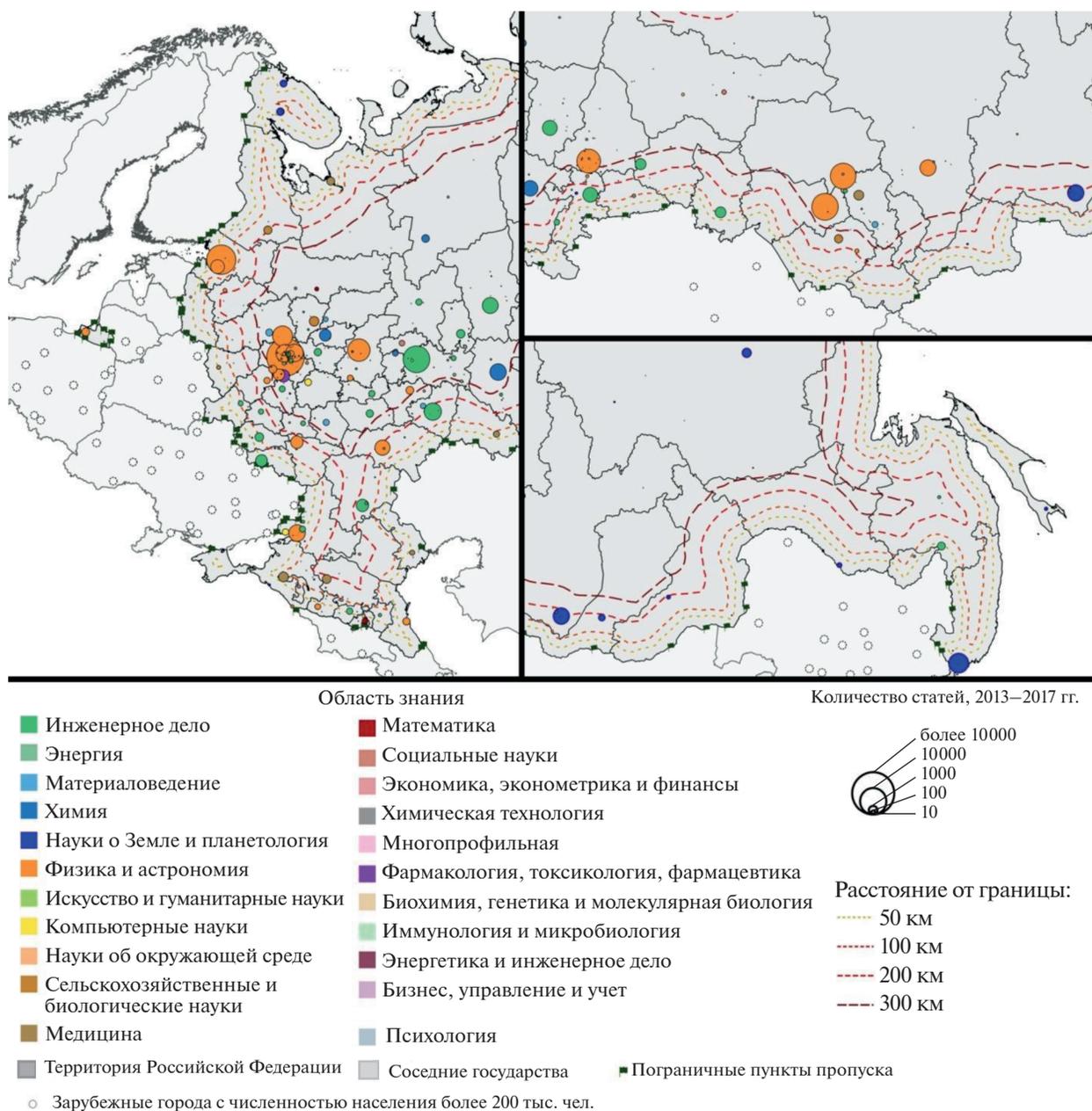
Европейское направление приграничного научного взаимодействия России представлено двумя группами стран: 1) Норвегией, Финляндией, Эстонией, Латвией, Литвой, Польшей; 2) Беларусью, Украиной, Азербайджаном и Грузией. Для первой группы, несмотря на высокие значения индекса барьерности границы (Колосов и др., 2016) (см. рис. 4), характерны более высокие показатели публикационной активности и цитируемости (см. табл. 4). В 2010–2019 гг. на Норвегию и 5 стран ЕС приходилось 31.6 тыс., или 43%, совместных публикаций России с приграничными странами, а также 53.4% цитат и 27% вовлеченных в сотрудничество организаций.

В соответствии с европейской стратегией международного научно-технологического сотрудничества<sup>1</sup> установление приграничных научно-исследовательских и образовательных связей — важнейший фактор регионального развития. При этом сохраняются трудности в ее реализации,

обусловленные разрывом между западным и восточным приграничьем ЕС. Научное сотрудничество России со странами первой группы сопровождается теми же проблемами, что внутри ЕС, однако, согласно обобщенному мнению опрошенных экспертов из Польши, Литвы, Румынии, отягощено дополнительными барьерами исторической, экономической, языковой, институциональной и политической природы. К ним относятся:

— ограниченные возможности приграничных регионов в проведении собственной политики в области науки, транспорта и мобильности, трансграничного сотрудничества на фоне высокой степени централизации в решении данных вопросов;

<sup>1</sup> A Strategic European Framework for International Science and Technology Cooperation. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. DOI 10.2777/25128



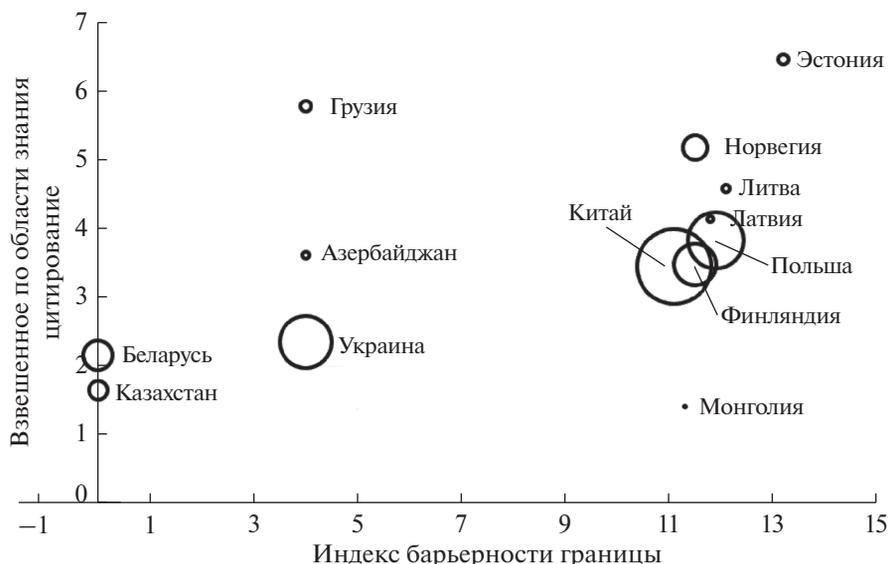
**Рис. 3.** Распределение приграничных городов России по доминирующим областям генерируемого научного знания в 2013–2017 гг.

– действие визовых режимов на границе России и стран ЕС, что снижает частоту научных контактов лицом к лицу, несмотря на заинтересованность университетов в более тесных взаимодействиях;

– разность взглядов на национальном уровне и отсутствие реального сотрудничества по многим историческим, политическим и экономическим вопросам, что не способствует установлению трансграничных научных контактов в общественных, гуманитарных, экономических науках и проведению совместных исследований;

– различия в действующих системах оценки научных работников в университетах на основе публикаций (например, одни и те же публикации (статьи в рецензируемых журналах или материалах конференций) имеют различную ценность с позиции измерения исследовательской работы в России и Польше);

– сохраняющиеся языковые барьеры при изучении и цитировании научных статей, опубликованных на национальных языках, и подготовке совместных научных текстов, что часто требует



**Рис. 4.** Распределение приграничных России стран по соотношению показателей научного сотрудничества и индекса барьерности границы в 2010–2019 гг.

*Примечание:* размер круга соответствует общему количеству совместных научных публикаций с Россией, представленных в базе Scopus за 2010–2019 гг. Индекс барьерности границы представлен в (Колосов и др., 2016).

многостороннего неоднократного языкового перевода.

Вторая группа включает 4 страны с низким индексом барьерности границы (для Беларуси равным 0), на которые в 2010–2019 гг. приходилось 29% совместных статей, 22.9% цитат и 14% вовлеченных в сотрудничество организаций. Результаты ранних исследований (Михайлов и др., 2020) и анализ динамики прироста совместных публикаций показывают, что научное сотрудничество в приграничных регионах РФ и стран постсоветского пространства развивается медленнее, чем со странами ЕС. Среди всех приграничных с Россией стран наименьшие темпы прироста совместных публикаций в 2013–2017 гг. у Украины (26.1%) и Грузии (32.7%), что связано с усилением политической напряженности в отношениях.

Азиатский вектор трансграничного научно-исследовательского сотрудничества представлен слабее, что нашло отражение в целом ряде наукометрических показателей (см. табл. 4, рис. 4). За 2010–2019 гг. количество научных публикаций России с приграничными азиатскими странами в 2.6 раза уступает европейским, а количество российских ученых, вовлеченных в данное сотрудничество, ниже в 2.8 раза. Основным научным партнером России на данном направлении является Китай, на который приходилось 15.4 тыс., или 9%, от общего количества всех совместных публикаций за период 2010–2019 гг. Отметим, что среди приграничных с Россией стран в 2013–2017 гг. Китай продемонстрировал одни из наиболее высоких темпов прироста совместных публи-

каций (в 2 раза), уступив лишь Латвии (3.5 раза) и Казахстану (3.4 раза).

Согласно обобщенным оценкам опрошенных экспертов из Китая и Японии, установлению научных связей России в азиатском регионе препятствуют различия в языке и менталитете, уровне научного развития, укоренившихся научных специализациях, подходах, исследовательских процедурах, что увеличивает социальное расстояние при формировании партнерских связей. В контексте развития российско-азиатского вектора трансграничного научно-технологического сотрудничества определенную ограничивающую роль играют расселенческий (меньшая плотность иностранных городов с численностью населения свыше 250 тыс. чел. в приграничье, способных выступить крупными научными партнерами) и инфраструктурный (небольшое количество пунктов пропуска, их необустроенность и малая пропускная способность (Колосов и др., 2016)) факторы. Перспектива российско-азиатского сотрудничества видится во взаимодействии в приоритетных на национальном уровне областях знания, поддерживаемых грантами исследовательских фондов на проведение совместных исследований.

## ВЫВОДЫ

В ранних исследованиях (Hsu et al., 2015; Rodríguez, Nieto, 2012) показано, что международное сотрудничество способствует генерации сложного научного знания с высокой отдачей, а трансграничные исследовательские сети – более деше-

**Таблица 4.** Наукометрические показатели научного сотрудничества России и приграничных стран, 2010–2019 гг.

Страна	Число совместных публикаций, тыс. ед.	Число соавторов, тыс. чел.		Цитаты		Просмотры		Количество организаций сотрудничества
		РФ	зарубежная страна	всего, тыс.	на 1 публикацию	всего, тыс.	на 1 публикацию	
Норвегия	5.2	6.2	3.8	311.3	59.6	569.5	109.1	62
Финляндия	8.8	9.2	5.7	368.8	41.9	746.5	84.9	59
Эстония	2.5	3.2	1.3	166.5	66.5	416.9	166.5	11
Латвия	1.5	2.1	0.9	68.6	44.5	216.9	140.7	22
Литва	2.0	2.5	1.0	113.1	55.8	318.7	157.2	16
Польша	11.5	11.2	7.8	504.1	44.0	1041.0	90.8	193
Беларусь	6.3	9.1	3.4	154.0	24.4	549.3	86.9	15
Украина	10.6	12.5	7.9	261.3	24.5	699.0	65.7	159
Грузия	2.5	3.2	0.8	166.7	66.4	467.8	186.3	6
Азербайджан	1.8	2.7	0.9	75.6	42.5	215.9	121.3	10
Европейский вектор сотрудничества	52.8	61.9	33.4	2189.9	47.0	5241.6	120.9	553
Казахстан	4.2	6.2	5.0	52.1	12.5	206.0	49.5	58
Монголия	0.8	1.3	0.5	12.2	15.1	35.7	44.0	6
Китай	15.4	14.5	21.2	613.3	39.7	1209.5	78.4	708
Азиатский вектор сотрудничества	20.4	22.0	26.7	677.6	22.4	1451.2	57.3	772

Источник: составлено по данным базы Scopus.

вая и устойчивая форма его создания из-за сравнительно небольшого географического расстояния между взаимодействующими сторонами. Наше исследование позволило определить наличие специфических закономерностей в научном пространстве приграничья России и его сильную внутреннюю неоднородность, зависящую от размера и территориального расположения городов, не подтвердив главенство приграничного фактора для научной продуктивности. Выявлено, что внутренние города РФ, удаленные далее, чем на 300 км от государственной границы, в среднем характеризуются более высоким уровнем генерации научных публикаций на душу населения, при этом значимую роль в научном пространстве играют не только крупные города, но и, что важно, с численностью населения менее 250 тыс. человек. Также они более открыты к межгородскому сотрудничеству в науке на национальном уровне.

В приграничье основными драйверами научного развития выступают города-миллионники, аккумуляторы человеческие, финансовые, инфраструктурные, институциональные и иные ресурсы, в том числе соседних территорий. Результаты нашего исследования не подтвердили прямую взаимосвязь между приграничным положением и

уровнем цитируемости научных публикаций. Близость к сопредельным странам сама по себе не может рассматриваться как драйвер востребованности генерируемого знания. Большее значение в данном контексте имеет размер города. Более крупные города, как правило, имеют лучшие показатели цитируемости научных публикаций.

Преимущества приграничного положения города в контексте развития науки обнаруживаются (однако не далее 100 км от границы) в отношении кооперации с зарубежными учеными в подготовке совместных публикаций, в том числе в высокорейтинговые международные журналы. При этом уровень барьерности границы не оказывает определяющего влияния на развитие научного сотрудничества, поскольку ведущие приграничные партнеры России по количеству совместных публикаций — страны с высокими значениями данного индекса (Китай и Польша).

Ввиду большой протяженности государственной границы России с запада на восток существуют значительные различия между европейской и азиатской частями приграничных территорий, выражающиеся в превосходстве первой по плотности городов — полюсов генерации научного знания; разнообразии доминирующих областей

специализации; интегрированности в сети международного и межгородского соавторства. Отмеченные выше факторы обуславливают имеющуюся разность в оценке европейского и азиатского векторов трансграничного научного сотрудничества приграничных городов России, которая усиливается спецификой научных систем сопредельных стран.

В настоящее время европейские страны (в первую очередь, входящие в ЕС и Норвегия) продолжают играть ведущую роль в развитии приграничного научного сотрудничества России. Это проявляется как в значительном объеме совместных публикаций, так и в более высокой востребованности мировым сообществом генерируемого ими научного знания, прослеживаемой через просмотры и цитируемость. Однако на фоне растущей внешнеполитической напряженности в отношениях России и стран Запада, в том числе сворачивания научных связей с Украиной, занимающей 3-е место среди приграничных стран по количеству публикаций с РФ, набирает обороты российско-китайский вектор сотрудничества. В него уже вовлечено свыше 700 организаций и 35 тыс. ученых с обеих сторон, при этом имеются значительные резервы роста за счет преодоления существующих барьеров к сокращению социального расстояния между учеными двух стран.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 19-77-00053 “География знания: кластеризация и сетевые связи национальных центров компетенций”.

#### FUNDING

The study was funded by Russian Science Foundation, project no. 19-77-00053 “Knowledge geography: clustering and networking of national competence centers.”

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим Ю. Мураками из Университета Васэда (Токио, Япония) за ценные советы при подготовке статьи.

#### ACKNOWLEDGMENTS

We thank Yu. Murakami from Waseda University (Токио, Japan) for valuable comments on this study.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин В.Л., Земцов С.П. География инновационных процессов в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2013. № 5. С. 25–32.  
 Бакланов П.Я., Романов М.Т. Геополитические факторы развития трансграничных регионов // Тамо-

женная политика России на Дальнем Востоке. 2010. № 2 (51). С. 60–71.  
 Вардомский Л.Б. Постсоветская интеграция и экономический рост нового приграничья России в 2005–2015 гг. // Пространственная экономика. 2017. № 4. С. 23–40.  
 Вардомский Л.Б. Приграничное сотрудничество на “новых и старых” границах России // Евразийская Экономическая Интеграция. 2008. № 1 (1). С. 90–108.  
 Дружинин А.Г. О феномене “западное порубежье России” // Региональные исследования. 2018. № 3 (61). С. 35–44.  
 Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Концепция близости: зарубежный опыт и перспективы применения в России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 3. С. 8–21.  
 Земцов С.П., Мурадов А.К., Баринаева В.А. Факторы региональной инновационной активности: анализ теоретических и эмпирических исследований // Инновации. 2016. № 5. С. 42–51.  
 Зотова М.В., Колосов В.А., Гриценко А.А., Себенцов А.Б., Карпенко М.С. Территориальные градиенты социально-экономического развития российского пограничья // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 5. С. 7–21.  
 Зотова О.А., Терещенко Т.А. Приграничное расселение как междисциплинарная тема научных исследований // Вестн. ТвГУ. Сер. География и геоэкология. 2020. № 3 (31). С. 43–56.  
 Изотов Д.А., Юн С.Е. Приграничное сотрудничество как объект исследования // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2011. № 4 (19). С. 8–21.  
 Колосов В.А. Российское пограничье: сотрудничество и вызовы соседства // Российское пограничье. Социально-политические и инфраструктурные проблемы / под ред. В.А. Колосова, А.Б. Володина. М., 2016. С. 8–26.  
 Колосов В.А., Зотова М.В., Себенцов А.Б. Барьерная функция российских границ // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 5. С. 8–20.  
 Кудияров В.Т. Пограничные пространства России // Вестн. границы России. 1996. № 2. С. 35–46.  
 Лажник В.И. Дистанционный подход к оценке приграничного положения территорий // Актуальные проблемы современной геологии, геохимии и географии: Сб. матер. междунауч.-практ. конф. Ч. 2: география, природопользование / ред. М.А. Багдосаров. Брест: БрГУ, 2011. С. 93–96.  
 Михайлов А.С., Вендт Я.А., Пекер И.Ю., Михайлова А.А. Пространственно-временные закономерности трансфера научных знаний в приграничье // Балтийский регион. 2020. № 12 (1). С. 132–155.  
 Осадчая О.П., Ремизов Д.В. Основные формы организации приграничного сотрудничества. Рубцовск: Рубцовский индустриальный ин-т, 2013. 155 с.  
 Федоров Г.М. Социально-экономическая дифференциация регионов западного порубежья России // Региональные исследования. 2019. № 4 (66). С. 58–72.  
 Abramo G., D’Angelo C.A., Di Costa F. Does the geographic proximity effect on knowledge spillovers vary across research fields? // Scientometrics. 2020. Vol. 123 (2). P. 1021–1036.

- Agrawal A., McHale J., Oettl A.* Collaboration, Stars, and the Changing Organization of Science: Evidence from Evolutionary Biology // *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy* / A.B. Jaffe, B.F. Jones. (eds.). 2015. P. 75–102.
- Ancori B.* The economics of knowledge: the debate about codification and tacit knowledge // *Ind. Corp. Change*. 2000. № 9 (2). P. 255–287.
- Balland P., Rigby D.* The geography of complex knowledge // *Econ. Geogr.* 2017. № 93 (1). P. 1–23.
- Bathelt H., Henn S.* The geographies of knowledge transfers over distance: Toward a typology // *Environ. Plan. A*. 2014. № 46 (6). P. 1403–1424.
- Bergé L.R.* Network proximity in the geography of research collaboration // *Papers in Regional Sci.* 2017. № 96 (4). P. 785–815.
- Boschma R.* Proximity and Innovation: A Critical Assessment // *Reg. Stud.* 2005. № 39 (1). P. 61–74.
- Cantwell J., Zaman S.* Connecting local and global technological knowledge sourcing // *Competitiveness Rev.* 2018. № 28 (3). P. 277–294.
- Desrochers P.* Geographical proximity and the transmission of tacit knowledge // *Rev. Austrian Econ.* 2001. № 14(1). P. 25–46.
- Frenken K., Hoekman J., Kok S., Ponds R., van Oort F., van Vliet J.* Death of Distance in Science? A Gravity Approach to Research Collaboration // *Innovation Networks. Understanding Complex Systems* / A. Pyka, A. Scharnhorst. (eds.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2009.
- Gui Q., Liu C., Du D.* International Knowledge Flows and the Role of Proximity // *Growth and Change*. 2018. № 49 (3). P. 532–547.
- György C.* Factors Influencing Cities' Publishing Efficiency // *J. Data Inf. Sci.* 2018. № 3(3). P. 43–80.
- Hoekman J., Frenken K., Tijssen R.J.W.* Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe // *Res. Policy*. 2010. № 39 (5). P. 662–673.
- Hsu C.-W., Lien Y.-C., Chen H.* R&D internationalization and innovation performance // *Int. Bus. Rev.* 2015. № 24 (2). P. 187–195.
- Inoue H., Nakajima K., Saito Y.U.* Localization of collaborations in knowledge creation // *Ann. Reg. Sci.* 2019. № 62 (1). P. 119–140.
- Kolosov V., Scott J.* Selected Conceptual Issues in Border Studies // *Belgeo*. 2013. № 4. P. 9–21.
- Maisonobe M., Eckert D., Grossetti M. et al.* The world network of scientific collaborations between cities: domestic or international dynamics? // *JOI*. 2016. № 10. P. 1025–1036.
- Makkonen T., Williams A.M., Mitze T., Weidenfeld A.* Science and technology cooperation in cross-border regions: A proximity approach with evidence for northern Europe // *Eur. Plan. Stud.* 2018. № 26 (10). P. 1961–1979.
- Malecki E.J.* Everywhere? the geography of knowledge // *J. Reg. Sci.* 2010. № 50 (1). P. 493–513.
- Rodríguez A., Nieto M.J.* The internationalization of knowledge-intensive business services: the effect of collaboration and the mediating role of innovation // *Service Ind. J.* 2012. № 32 (7). P. 1057–1075.
- Shearmur R., Doloreux D.* Place, space and distance: Towards a geography of knowledge-intensive business services innovation // *Industry and Innovation*. 2009. № 16 (1). P. 79–102.
- Thrift N.* Steps to an ecology of place // *Human Geography Today* / D. Massey, J. Allen, P. Sarre (Eds.). Cambridge: Polity, 1999. P. 295–322.
- van den Broek J., Smulders H.* Institutional hindrances in cross-border regional innovation systems // *Reg. Stud. Reg. Sci.* 2015. № 2 (1). P. 116–122.
- Wuestman M.L., Hoekman J., Frenken K.* The geography of scientific citations // *Res. Policy*. 2019. № 48 (7). P. 1771–1780.
- Zemtsov S., Kotsemir M.* An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach // *Scientometrics*. 2019. Vol. 120. № 2. P. 375–404.
- Zhang F., Wu F.* Rethinking the city and innovation: A political economic view from China's biotech // *Cities*. 2019. № 8. P. 150–155.

## A Spatial Scientometric Analysis of Knowledge Production in the Border Cities of Russia

A. A. Mikhaylova<sup>1</sup>, J. A. Wendt<sup>2</sup>, A. P. Plotnikova<sup>1</sup>, Y. Tang<sup>3</sup>, and A. S. Mikhaylov<sup>1,4,\*</sup>

<sup>1</sup>*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

<sup>2</sup>*Gdansk University, Gdansk, Poland*

<sup>3</sup>*Sichuan University, Chengdu, China*

<sup>4</sup>*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

\*e-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

The complexity of knowledge generation has led to the growth of international networks of scientific cooperation, and integration into these networks is a vital factor of competitiveness. The development of cross-border scientific cooperation pursues two general objectives: firstly, regional development due to the peculiarities of the economic-geographical position, and secondly, economic development by reducing costs and increasing the efficiency of knowledge sharing as a result of a combination of geographical and a-spatial types of proximity. This article focuses on the study of the border cities of Russia in the context of determining their ability to create scientific knowledge, as well as the potential for integration into cross-border scientific cooperation networks. The study uses scientometric methods in combination with qualitative assessments,

which made it possible to obtain more holistic ideas about the development trajectory of the scientific space of the Russian borderland. The results of this study showed that the border cities of Russia concentrate significant scientific potential. However, its implementation depends on the population size of the city, the distance from the border and a strong scientific center, the degree of institutional, cognitive, cultural, and other proximity to neighboring cities of the bordering states, and the development level of research in the latter.

*Keywords:* border city, scientometrics, knowledge geography, competence center, cross-border cooperation

## REFERENCES

- Abramo G., D'Angelo C.A., Di Costa F. Does the geographic proximity effect on knowledge spillovers vary across research fields? *Scientometrics*, 2020, vol. 123, pp. 1021–1036.
- Agrawal A., McHale J., Oetli A. Collaboration, stars, and the changing organization of science: evidence from evolutionary biology. In *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Jaffe A.B., Jones B.F., Eds. Chicago: Univ. of Chicago Press, 2015, pp. 75–102.
- Ancori B., Bureth A., Cohendet P. The economics of knowledge: the debate about codification and tacit knowledge. *Ind. Corp. Change*, 2000, vol. 9, no. 2, pp. 255–287.
- Baburin V.L., Zemtsov S.P. Geography of innovation processes in Russia. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2013, no. 5, pp. 25–32. (In Russ.).
- Baklanov P.Ya., Romanov M.T. Geopolitical factors for the development of cross-border regions. *Tamozhennaya Politika Rossii na Dal'nem Vostoke*, 2010, vol. 51, no. 2, pp. 60–71. (In Russ.).
- Balland P., Rigby D. The geography of complex knowledge. *Econ. Geogr.*, 2017, vol. 93, no. 1, pp. 1–23.
- Bathelt H., Henn S. The geographies of knowledge transfers over distance: Toward a typology. *Environ. Plan. A*, 2014, vol. 46, no. 6, pp. 1403–1424.
- Bergé L.R. Network proximity in the geography of research collaboration. *Pap. Reg. Sci.*, 2017, vol. 96, no. 4, pp. 785–815.
- Boschma R. Proximity and innovation: a critical assessment. *Reg. Stud.*, 2005, vol. 39, no. 1, pp. 61–74.
- Cantwell J., Zaman S. Connecting local and global technological knowledge sourcing. *Competitiveness Rev.*, 2018, vol. 28, no. 3, pp. 277–294.
- Csomos G. Factors influencing cities' publishing efficiency. *J. Data Inf. Sci.*, 2018, vol. 3, no. 3, pp. 43–80.
- Desrochers P. Geographical proximity and the transmission of tacit knowledge. *Rev. Austrian Econ.*, 2001, vol. 14, no. 1, pp. 25–46.
- Druzhinin A.G. On the 'Russia western borderline' phenomenon. *Reg. Issled.*, 2018, vol. 61, no. 3, pp. 35–44. (In Russ.).
- Fedorov G.M. Socio-economic differentiation of the regions of Russia's Western borderland. *Reg. Issled.*, 2019, vol. 66, no. 4, pp. 58–72. (In Russ.).
- Frenken K., Hoekman J., Kok S., Ponds R., van Oort F., van Vliet J. Death of distance in science? A gravity approach to research collaboration. In *Innovation Networks. Understanding Complex Systems*. Pyka A., Scharnhorst A., Eds., Heidelberg: Springer, 2009, pp. 43–57.
- Gui Q., Liu C., Du D. International knowledge flows and the role of proximity. *Growth Change*, 2018, vol. 49, no. 3, pp. 532–547.
- Hoekman J., Frenken K., Tijssen R.J.W. Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Res. Policy*, 2010, vol. 39, no. 5, pp. 662–673.
- Hsu C.-W., Lien Y.-C., Chen H. R&D internationalization and innovation performance. *Int. Bus. Rev.*, 2015, vol. 24, no. 2, pp. 187–195.
- Inoue H., Nakajima K., Saito Y.U. Localization of collaborations in knowledge creation. *Ann. Reg. Sci.*, 2019, vol. 62, no. 1, pp. 119–140.
- Izotov D.A., Yun S.E. Cross-border cooperation as an object of scientific research. *Oikumena. Regionoved. Issled.*, 2011, no. 4 (19), pp. 8–21. (In Russ.).
- Kolosov V.A. Russian borderlands: cooperation and challenges of neighborhood. In *Rossiiskoe pogranič'e. Sotsial'no-politicheskie i infrastrukturalnye problemy* [Russian Borderland: Socio-Political and Infrastructural Problems]. Kolosov V.A., Volodin A.B., Eds. Moscow: Oikumena Publ., 2016, pp. 8–26. (In Russ.).
- Kolosov V.A., Zotova M.V., Sebentsov A.B. The barrier function of Russia's borders. *Reg. Res. Russ.*, 2016, vol. 6, pp. 387–397. doi 10.1134/S2079970516040092
- Kolosov V., Scott J. Selected conceptual issues in border studies. *Belgeo. Revue belge de géographie*, 2013, no. 4, pp. 9–21.
- Kudiyarov V.T. Borderland spaces of Russia. *Vestn. Granitsy Rossii*, 1996, no. 2, pp. 35–46. (In Russ.).
- Lazhnik V.I. Remote approach to assessing the border position of territories. In *Aktual'nye problemy sovremennoi geologii, geokhimii i geografii* [Actual Problems of Modern Geology, Geochemistry and Geography]. Part 2: *Geografiya, prirodopol'zovanie* [Geography, Nature Management]. Brest: Brest. Gos. Univ., 2011, pp. 93–96. (In Russ.).
- Maisonobe M., Eckert D., Grossetti M., Jégou L., Milard B. The world network of scientific collaborations between cities: domestic or international dynamics? *J. Informetr.*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 1025–1036.
- Makkonen T., Williams A.M., Mitze T., Weidenfeld A. Science and technology cooperation in cross-border regions: A proximity approach with evidence for northern Europe. *Eur. Plan. Stud.*, 2018, vol. 26, no. 10, pp. 1961–1979.
- Malecki E.J. Everywhere? the geography of knowledge. *J. Reg. Sci.*, 2010, vol. 50, no. 1, pp. 493–513.
- Mikhaylov A.S., Wendt J.A., Peker I.Yu., Mikhaylova A.A. Spatio-temporal patterns of knowledge transfer in the borderland. *Baltic Region*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 132–155.

- Osadchaya O.P., Remizov D.V. *Osnovnye formy organizatsii prigranichnogo sotrudnichestva* [The Main Forms of Organizing Cross-Border Cooperation]. Rubtsovsk: Rubtsovsk. Ind. Inst., 2013. 155 p.
- Rodríguez A., Nieto M.J. The internationalization of knowledge-intensive business services: The effect of collaboration and the mediating role of innovation. *Serv. Ind. J.*, 2012, vol. 32, no. 7, pp. 1057–1075.
- Shearmur R., Doloreux D. Place, space and distance: Towards a geography of knowledge-intensive business services innovation. *Industry and Innovation*, 2009, vol. 16, no. 1, pp. 79–102.
- Thrift N. Steps to an ecology of place. In *Human Geography Today*. Massey D., Allen J., Sarre P., Eds. Cambridge: Polity Publ., 1999, pp. 295–322.
- van den Broek J., Smulders H. Institutional hindrances in cross-border regional innovation systems. *Reg. Stud. Reg. Sci.*, 2015, vol. 2, no. 1, pp. 116–122.
- Vardomskii L.B. Cross-border cooperation on the “new and old” borders of Russia. *Evrasiiskaya Ekonomicheskaya Integratsiya*, 2008, no. 1 (1), pp. 90–108. (In Russ.).
- Vardomskii L.B. Post-soviet integration and economic growth of the new borderland of Russia in 2005–2015. *Prostranstvennaya Ekonomika*, 2017, no. 4, pp. 23–40. (In Russ.).
- Wuestman M.L., Hoekman J., Frenken K. The geography of scientific citations. *Res. Policy*, 2019, vol. 48, no. 7, pp. 1771–1780.
- Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. Concept of proximity: Foreign experience and prospects of application in Russia. *Reg. Res. Russ.*, 2017, vol. 7, no. 3, pp. 197–207. doi 10.1134/S2079970517030108
- Zemtsov S., Kotsemir M. An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach. *Scientometrics*, 2019, vol. 120, no. 2, pp. 375–404.
- Zemtsov S.P., Barinova V.A., Muradov A.K. Factors of regional innovation activity: Analysis of theoretical and empirical studies. *Innovatsii*, 2016, no. 5, pp. 42–51. (In Russ.).
- Zhang F., Wu F. Rethinking the city and innovation: A political economic view from China’s biotech. *Cities*, 2019, vol. 85, pp. 150–155.
- Zotova M.V., Kolosov V.A., Gritsenko A.A., Sebensov A.B., Karpenko M.S. Territorial gradients of socioeconomic development of Russia’s borderland. *Reg. Res. Russ.*, 2019, vol. 9, pp. 32–43. doi 10.1134/S2079970519010118
- Zotova O.A., Tereshchenko T.A. Border settlement pattern as an interdisciplinary topic of scientific studies. *Vestn. Tver. Gos. Univ., Ser. Geogr. i Geoekol.*, 2020, vol. 31, no. 3, pp. 43–56. (In Russ.).