

НАУЧНО-ИННОВАЦИОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕН

А. С. Михайлов^{1, 2, 3} 

Д. Д. Максименко⁴ 

М. Р. Максименко⁴ 

М. М. Филатов⁴ 

¹ Южный федеральный университет,
344019, Россия, Ростов-на-Дону, ул. 23-я Линия, 43

² Институт Географии РАН,
119017, Москва, Старомонетный пер., 29

³ Балтийский федеральный университет им. И. Канта,
236041, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

⁴ НИУ Высшая школа экономики,
101000, Россия, Москва, ул. Мясницкая, 11

Поступила в редакцию 10.09.2023 г.

Принята к публикации 02.11.2023 г.

doi: 10.5922/2079-8555-2023-4-5

© Михайлов А. С., Максименко Д. Д.,
Максименко М. Р., Филатов М. М.,
2023

За последнюю четверть века Россия столкнулась с необходимостью преодоления последствий мирового финансового кризиса 2008 г., усиливающегося с 2014 г. санкционного давления недружественных стран и коронавирусной рецессии 2020—2021 гг. Эффективное прохождение страной глобальных макроэкономических кризисов и геополитических потрясений сопряжено с выработкой гибкой стратегии развития. Невозможность полного возврата социально-экономической системы к докризисному состоянию требует эффективного использования ее внутреннего потенциала для перехода на новый путь развития. Данная статья направлена на оценку развития инновационной системы Северо-Запада РФ и определение ключевых факторов ее устойчивости и инновационной безопасности в условиях геополитической нестабильности. Методика исследования базируется на комплексном подходе к представлению научно-инновационного процесса: от стадии проведения исследований и получения научно значимых результатов, формализованных в виде публикаций и патентов, до внедрения новых технологий и коммерциализации инноваций. Информационная база исследования сформирована на основе данных ЕГИСУ НИОКТР, Роспатент, «Скопус», Росстат. Это позволило провести анализ в разрезе двух взаимосвязанных подсистем — производства нового знания и генерации инноваций. По результатам исследования для регионов СЗФО РФ выявлены сильные статистически значимые корреляционные связи между: а) объемом инновационной продукции и величиной выполненных НИОКР; б) инновациями и патентной активностью (с временным лагом); в) количеством инновационных организаций и объемом инновационной продукции в последующие годы. Выделено три типа инновационных регионов: ядро (Санкт-Петербург и Ленинградская область), полупериферия (Мурманская, Архангельская, Калининградская области, Республика Карелия), и периферия. Характер вовлеченности регионов в НИОКР определял динамику и тематическую специализацию их публикационной и патентной активности. Методом линейной регрессии выявлена положительная зависимость объема инновационной продукции от генерации научных знаний и инноваций. Дана оценка географии и структуры международной научной сети регионов, сформировавшейся до 2022 г.

Ключевые слова:

география знания, география инноваций, инновационный процесс, пространственная наукометрия, публикации, НИОКР, патенты, инновации, Северо-Запад России, научное сотрудничество

Для цитирования: Михайлов А. С., Максименко Д. Д., Максименко М. Р., Филатов М. М. Научно-инновационная динамика развития Северо-Запада России в условиях геополитических перемен // Балтийский регион. 2023. Т. 15, № 4. С. 79—103. doi: 10.5922/2079-8555-2023-4-5

Введение и постановка вопроса

Инновации — важный источник переориентации промышленных и технологических структур [1; 2]. Они имеют критическую значимость для реструктуризации региональной экономики и ее адаптации в условиях нестабильности [3]. В кризисный период инновационно передовые регионы проявляют себя более успешно в преодолении последствий потрясений, используя накопленные внутренние ресурсы и имеющийся опыт для поиска нестандартных эффективных решений в ответ на внешние вызовы [4; 5]. По результатам оценки последствий мирового экономического кризиса 2008—2009 гг. в правительственных отчетах целого ряда развитых стран отмечается решающее значение инноваций для восстановления экономики после рецессии. Регионы, чей инновационный потенциал выше, с большей вероятностью могли противостоять экономическому кризису [3].

В 2022 г. Россия столкнулась с усилением санкционного давления со стороны недружественных стран (см. Распоряжение Правительства РФ от 5 марта 2022 г. № 430-р). Введен запрет на экспорт в РФ обширной номенклатуры товаров и технологий, приостановлены поставка программного обеспечения и техническое обслуживание оборудования, ограничен доступ к различным онлайн-ресурсам и цифровым системам. «Культура отмены» России привела к сокращению возможностей ее участия в международном научно-исследовательском сотрудничестве.

Разрыв прежних научно-технологических связей обострил проблему технологической зависимости — базирования национальной критической инфраструктуры и производственных процессов на зарубежных технологиях. В мае 2023 г. Правительством РФ принята Концепция технологического развития до 2030 г. Согласно документу, важнейшая задача на ближайшие 10 лет — достижение технологического суверенитета страны. Необходим переход к инновационно ориентированной экономике через создание условий для устойчивого развития производственных систем. В связи с этим целью данного исследования выступила оценка научно-инновационной динамики развития регионов Северо-Запада России в условиях геополитических перемен.

В качестве исследовательского объекта выступили субъекты Северо-Западного федерального округа (СЗФО) РФ. География регионов исследования детерминирована их значимой ролью в инновационном развитии страны, территориальной близостью к странам ЕС и связанным с этим более сильным геополитическим давлением. Петербургско-Прибалтийский район, характеризуясь передовой промышленностью и лидерством в инновационной сфере, традиционно выступал ведущим районом-акцептором и ретранслятором внешних инноваций [6]. Текущие процессы неуклонно видоизменяют возможности, внешние связи и функционал российского Северо-Запада, поскольку именно здесь наиболее ярко проявляется «хрупкость» трансграничных взаимодействий, обусловленная геополитическим и геоэкономическим переформатированием евразийского пространства [7].

Ожидается, что Санкт-Петербургская агломерация и прилегающие к ней регионы первыми ощутят на себе последствия кризисных явлений [8]. По аналогии пространственной диффузии коронавирусной инфекции в субъектах РФ, относимых к Балтийскому макрорегиону, можно предположить, что Санкт-Петербург, Ленинградская и Калининградская области — пространства с высокой степенью проницаемости — будут претерпевать наиболее сильные структурные изменения, а Новгородская и Псковская области — наименьшие [9]. Вместе с тем эффект колеи, особенно сильно проявляющийся в староосвоенных районах, может препятствовать ускоренной модернизации и адаптации [10].

Теоретический базис исследования

Изучение возможностей для роста на фоне кризисных явлений осуществляется в рамках концепции траекторий развития. Трансформация региона может иметь различную основу: от отраслевой модернизации и диверсификации до появления новых видов деятельности [11]. В статье [12] предложены четыре направления развития регионов через смену промышленной траектории: а) трансформация текущей структуры; б) развитие смежных, сопутствующих видов деятельности на основе накопленных компетенций и баз знаний; в) перенос и закрепление отраслей извне; г) возникновение совершенно новых видов деятельности, основанных на передовых технологиях, научных открытиях, бизнес-моделях и инновациях.

В отличие от используемого понятия устойчивости как сохранения текущего уровня благосостояния и природных ресурсов для будущих поколений [13] понятие резилентности (*resilience* — «эластичный», «стабильный») отражает реакцию экономической системы региона на кризисы. Дж. Бристоу и Э. Хили описывают экономическую резилентность как способность регионов противостоять потрясениям и/или быстро восстанавливаться после них [3]. К основным факторам резилентности (или *шокоустойчивости*) региона относят диверсификацию экономики и высокий инновационный потенциал [14].

Можно выделить три подхода к интерпретации резилентности [15].

(1) Способность возвращаться к дошоковому состоянию. Уровень резилентности показывает, как быстро система может восстановиться после потрясений с сохранением прежних свойств и функций [16]. В основе — идея неизменности сложившегося пути развития, включая частичное нивелирование шокового состояния без значительных структурных изменений [17].

(2) Процесс адаптации, переориентации и структурных изменений в ответ на кризис [18]. Идея «эволюционной резилентности» предполагает появление новых путей развития в результате непрерывного процесса приспособления независимо от частоты потрясений [19].

(3) Способность «перейти на новый устойчивый путь, характеризующийся более продуктивным и справедливым использованием... ресурсов» [20, р. 15]. Идея «трансформационной резилентности» предполагает, что кризис может не только привести к структурным преобразованиям, но стать «окном возможностей» для смены траектории развития [21]. В отличие от трансформационного потенциала, показывающего способность системы к реконфигурации в ответ на будущие вызовы [22], резилентность отражает то, в какой степени шоки могут быть использованы для радикальных изменений.

В эволюционной экономической географии, рассматривающей траектории развития стран и регионов мира [23], все чаще находят поддержку утверждения о том, что способность регионов воспроизводить новое в отрыве от устоявшейся колеи имеет большое значение для резилентности [24]. Б. Ашейм и С. Дж. Херстад [25] отмечают, что инновации — ключевой фактор в экономической реструктуризации, резилентности и устойчивом развитии. Технологические инновации способствуют преодолению инерции траектории развития и выходу за рамки сложившейся колеи [26].

Взаимосвязь между инновациями и резилентностью непрямо [3; 27]. Высокий уровень развития инновационной системы позволяет региону легче адаптироваться к новому и преодолевать кризисы. Но в научной литературе [28; 29] есть подтверждения того, что инновационная активность сильнее подвержена влиянию кризисов и других дестабилизирующих факторов. Инновационные компании склонны

сворачивать инвестиционные проекты и сокращать расходы на исследования в условиях неопределенности, фокусируясь на текущей деятельности. Данные тенденции сильнее затрагивают малый и средний бизнес [30].

Последствия кризиса 2007—2008 гг. и коронавирусной рецессии 2020—2021 гг., а также текущая геополитическая напряженность вокруг Украины и Тайваня свидетельствуют о низкой резилентности многих целенаправленно сформированных региональных инновационных систем (например, в странах ЕС). Предлагается переход к проблемно ориентированным инновационным системам, которые будут более приспособлены к потрясениям [31].

Методика исследования

Методические особенности оценки инновационных процессов

В основе инновационной системы региона лежат две взаимосвязанные подсистемы — производство нового знания и генерация инноваций. Система производства знания отражает технологический потенциал региона. Его величина определяет уровень сложности экономики региона, то есть инновационности и технологичности производимой и экспортируемой продукции. Развитие данной подсистемы — необходимое условие инновационно-технологических изменений в отношении выпуска высокотехнологичной и капиталоемкой продукции [32].

Основой выделения двух этих подсистем является разность в понимании сущности изобретений и инноваций. Согласно подходу Й. Шумпетера [33, р. 66], инновации — это «новые комбинации» продуктов, процессов, методов производства, рынков, форм организации или ресурсов. Изобретения становятся инновациями в случае их внедрения в практику в рамках инновационного процесса. При этом представление инновационного процесса в качестве последовательных стадий, при котором инновация — результат НИОКР, весьма условно, поскольку не все инновации требуют инвестиций в исследования и разработки [34]. Открытые инновации — пример практического разнообразия нелинейных стратегий технологического развития [35]. Значительное количество инноваций не патентуется, многие НИОКР не приводят к инновациям, не все запатентованные разработки выводятся на рынок [36].

В зависимости от уровня новизны выделяют адаптационные, улучшающие и прорывные инновации. Разнообразие типов инноваций отражается в индикаторах оценки. При построении инновационных индексов используются данные об исследованиях и разработках, научных публикациях, патентах, производимой инновационной продукции и процессах [36; 37]. Среди наиболее распространенных показателей — патенты и расходы на НИОКР [36; 38]. К менее распространенным показателям оценки научно-технологического и инновационного потенциала можно отнести [39; 40] число компьютеров с выходом в интернет; долю организаций, имеющих веб-сайт; долю пользователей интернета; число абонентских терминалов сотовой связи; проекты между университетом, бизнесом и властью; число студентов по естественно-научным, математическим, инженерно-техническим и медицинским направлениям; уровень заработной платы занятых НИОКР; обеспеченность объектами научно-исследовательской инфраструктуры.

Патентная статистика стала использоваться с середины XX в. [41] для описания результирующего этапа научной деятельности. Слабость патентов как индикатора инновационной активности связана с тем, что они отражают изобретательскую, а не инновационную деятельность. Сильная сторона — патенты выдаются только на новые изобретения, то есть не учитываются умеренные адаптации существующих технологий [36].

Ограничение использования затрат на НИОКР [42] сопряжено с необязательностью их коммерциализации. НИОКР — это входной фактор для инноваций [35]. Величина затрат на НИОКР не отражает экономическую ценность производимых инноваций и не позволяет оценить уровень технологической сложности получаемой продукции. Несмотря на отмеченные ограничения, данные о НИОКР и патентах — основа статистики инновационной деятельности [43—45].

Еще один подход к оценке инновационной активности — анализ производства публикаций (*LBIO*), получивший широкое применение с развитием цифровизации. Анализ научной литературы не отражает всех аспектов инноваций и не заменяет других показателей, но служит полезным дополнением к ним [42], являясь относительно надежным способом измерения «радикальности» создаваемых инноваций.

Таким образом, каждый из показателей отражает отдельный аспект научно-инновационного процесса: *НИОКР* — инвестиции в новые разработки, *научные публикации* — результативность системы производства знаний, *патенты* — новаторство, *инновации* — коммерциализацию технологий.

Дизайн исследования

На первом этапе исследования произведена оценка научной активности в субъектах СЗФО РФ. Показатели для анализа — количество заказанных и выполненных проектов НИОКР; объем расходов по исполнителям и заказчикам НИОКР (совокупный и в расчете на один проект). Значения представлены за период 2019—2021 гг. Для оценки размера научных систем регионов Северо-Запада рассчитан их вклад в объем выполненных и заказанных НИОКР относительно РФ. Использование данного и других показателей в абсолютных значениях продиктовано логикой сравнительной оценки роли регионов выборки в общероссийском научном пространстве, а также в пространстве СЗФО РФ.

На основе принадлежности выполненных в регионе НИОКР к определенным областям знания произведена оценка специализации регионов. Для каждого субъекта СЗФО РФ рассчитаны значения коэффициентов научной специализации по формуле

$$KS_{ja} = \frac{S_{ja}/S_{jtotal}}{S_a/S_{total}}, \quad (1)$$

где KS_{ja} — коэффициент научной специализации региона j по области знания a ; S_{ja} — объем выполненных НИОКР в регионе j по области знания a ; S_{jtotal} — объем выполненных НИОКР в регионе j по всем областям знания; S_a — объем выполненных НИОКР в стране по области знания a ; S_{total} — объем выполненных НИОКР в стране по всем областям знания. Значения KS_{ja} выше 1 может быть интерпретировано как наличие в регионе научной специализации в данной области знания.

На втором этапе дана оценка результативности научных систем регионов СЗФО РФ через публикационную и патентную статистику. Рассчитан вклад субъектов Северо-Запада РФ в совокупный объем российских публикаций в базе «Скопус» (Scopus) в 2018—2022 гг. С использованием рангового метода дана структурная оценка представленности областей знания в публикационном портфеле регионов.

В целях оценки влияния геополитических изменений на публикационный ландшафт регионов СЗФО РФ была рассчитана доля публикаций, выполненная ими в международном соавторстве в разрезе типов стран: «недружественная», «дружественная», «нейтральная». Список недружественных стран установлен Распоряжением Правительства РФ от 5 марта 2022 г. № 430-р с дополнениями. К дружественным странам отнесены страны, с которыми поддерживается сотрудничество, действует авиасообщение. Остальные страны — нейтральные.

На основе показателей о выданных патентах (на изобретения, промышленные образцы, полезные модели) для каждого субъекта СЗФО РФ в разрезе тематических направлений рассчитаны значения коэффициентов изобретательской специализации по формуле

$$KP_{ja} = \frac{P_{ja}/P_{jtotal}}{P_a/P_{total}}, \quad (2)$$

где KP_{ja} — коэффициент изобретательской специализации региона j по тематике a ; P_{ja} — количество выданных патентов в регионе j по тематике a ; P_{jtotal} — количество выданных патентов в регионе j по всем тематикам; P_a — количество выданных патентов в стране по тематике a ; P_{total} — количество выданных патентов в стране по всем тематикам. Значения KP_{ja} выше 1 может быть интерпретировано как наличие в регионе изобретательской специализации по данной тематике.

На третьем этапе произведена оценка связи научной и инновационной активности в субъектах СЗФО РФ в 2019—2021 гг. Использован корреляционный анализ для оценки парных связей между показателями и их силы по шкале Чеддока. Оценка выполнялась в программной среде «StatTech v. 3.1.6».

Для построения корреляционных зависимостей в качестве показателей инноваций использованы число организаций, осуществляющих инновационную деятельность; объем инновационных товаров, работ, услуг; затраты на инновационную деятельность. Среди показателей научной активности учтены объем выполненных НИОКР; количество выданных патентов; количество публикаций в базе «Скопус».

Все показатели в разрезе регионов были нормированы по формуле

$$Y_{norm} = \frac{Y_i}{Y_{max}}, \quad (3)$$

где Y_{norm} — нормированное значение показателя для региона i ; Y_i — абсолютное значение показателя для региона i ; Y_{max} — максимальное абсолютное значение показателя среди регионов выборки (в данном исследовании для всех показателей — это Санкт-Петербург). Таким образом, при проведении корреляционно-регрессионного анализа использовались не абсолютные значения показателей, а относительные, отражающие отставание каждого региона от субъекта-лидера. Такой подход согласуется с логикой сравнительной межрегиональной оценки, использованной на предыдущих этапах анализа.

Для избежание искажений при расчете зависимостей Санкт-Петербург был исключен из анализа из-за экстремально высоких значений показателей в сравнении с другими регионами. С использованием метода линейной регрессии были построены регрессионные модели, отражающие зависимость объема инновационной продукции в 2021 г. от факторов функционирования подсистем генерации знаний и генерации инноваций в 2019—2021 гг. Сопоставление данных за 2021 г. с данными за 2019 и 2020 гг. позволило учесть временной лаг в научно-инновационном процессе.

Источники и методы сбора данных

Информационная база исследования подготовлена на основе нескольких источников данных.

На первом этапе источником выступила Единая государственная информационная система учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (ЕГИСУ НИОКТР — *Rosrid.ru*). Авторами загружены и объединены в один массив данные о 150 тыс. НИОКР. Сделана выборка проектов, начатых в 2019—2021 гг. Массив сведений включал название и аннотацию проектов, ключевые слова и тематические категории, объем и источник финансирования, организацию-заказчика и исполнителя.

На втором этапе с использованием основных государственных регистрационных номеров (ОГРН) организаций-заказчиков и исполнителей НИОКТР авторами осуществлена выборка предприятий из базы «СПАРК-Интерфакс». Выгружены сведения о более чем 15 тыс. российских предприятий, вовлеченных в НИОКР.

На третьем этапе сформирована база данных публикационной активности в регионах СЗФО РФ. Источник информации о публикациях — онлайн-ресурс «Скопус» (*Scopus.com*) от компании Elsevier. В базе содержатся 1,95 млн российских публикаций начиная с 1864 г., в том числе 1,16 млн публикаций с 2010 г. База «Скопус» имеет значительные пересечения по охвату с другими базами (например, Web of Science), а также составляет основу российского ядра РИНЦ — «наиболее качественной составляющей массива публикаций ученых РФ» [46].

Для определения величины публикационной активности по каждому субъекту СЗФО РФ сформированы комплексные поисковые запросы в «Скопус», которые учитывали вариации написания названия региона и его городов, а также всех ключевых организаций. Источник сведений об организациях — Индекс российских научных организаций (Russian Index of Research Organizations — RIRO).

Поиск ограничивался тремя типами публикаций: ar — исследовательская статья; re — обзорная статья; sr — материалы конференций. Сбор информации реализован через «Scopus API» с использованием программного кода, написанного на языке Python (в среде IDE PyCharm). Последующая валидация полученной информации проводилась выборочно, путем ручных запросов в «Скопус». Период охвата данными: 2018—2022 гг.

На четвертом этапе произведен сбор патентной статистики. В наборах открытых данных Роспатента содержатся сведения обо всех зарегистрированных в России изобретениях, полезных моделях, промышленных образцах. На основе произведенных выгрузок и дополнения базы при помощи сервиса поиска информации по регистрационному номеру патента была составлена база данных всех патентов, впервые и повторно зарегистрированных в 2019—2021 гг. Массив включал сведения об авторах и держателях патентов, регионе регистрации и тематической категории.

На пятом этапе сформирована база инновационной статистики в разрезе субъектов СЗФО РФ за 2019—2021 гг. на основе данных Росстата. Были получены агрегированные данные о затратах на инновационную деятельность компаний, объеме инновационных товаров, работ и услуг, а также числе организаций, осуществляющих инновационную деятельность в сочетании «ОКВЭД2 — регион регистрации»

Результаты исследования

Динамика научной активности

Северо-Запад РФ имеет значительный накопленный научно-технологический потенциал, что позволяет выполнять ему функцию генерации новых знаний в национальном масштабе. В 2019—2021 гг. на субъекты СЗФО РФ приходилось 14,3 % всех реализованных в регионах России НИОКР и 11,7 % суммарного объема расходов на них. Реже Северо-Западные субъекты выступали заказчиками исследований и разработок.

Научный ландшафт Северо-Запада РФ неоднороден. Ярко выраженный центр — Санкт-Петербург. Рисунок 1 отражает дисбаланс в распределении между регионами количества проектов и объема расходов на заказанные и выполненные НИОКР. Санкт-Петербург опережает второй регион в 15,6 раза по количеству выполненных и в 6,8 раза — по количеству заказанных НИОКР (а именно Вологодскую область); в 22,4 раза — по объему расходов на выполненные и в 10,6 раз — на заказанные НИОКР (а именно Ленинградскую область и Республику Карелию).

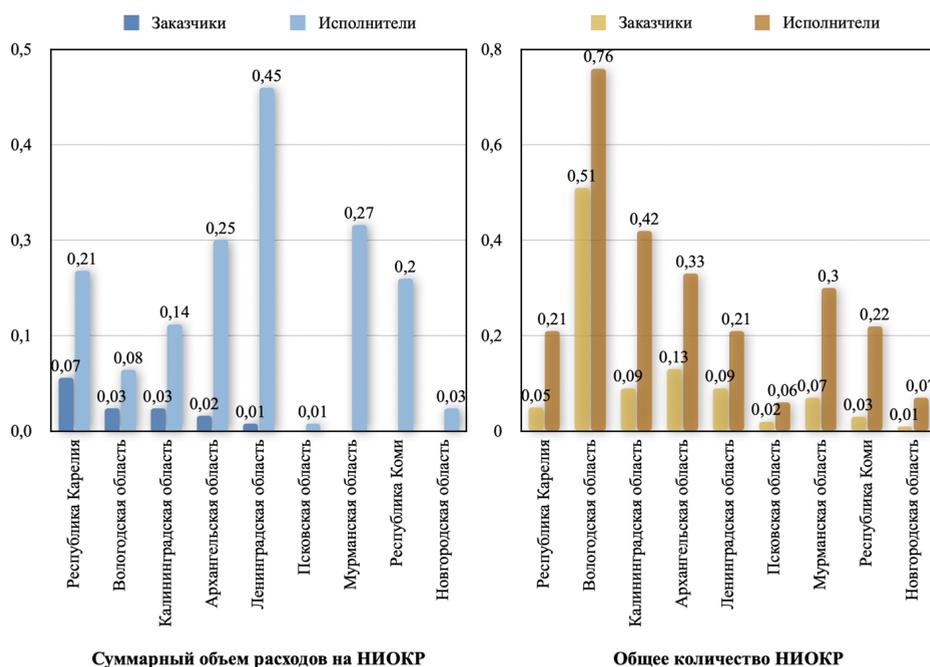


Рис. 1. География распределения количества научно-исследовательских проектов и суммарного объема расходов на них по исполнителям и заказчикам в разрезе субъектов СЗФО РФ, 2019—2021 гг., % от РФ

Примечание: не представлен Санкт-Петербург, его доля в общероссийском количестве НИОКР — 3,47 % по заказчикам и 11,77 % по исполнителям; в объеме расходов на НИОКР — 0,69 % по заказчикам и 10,05 % по исполнителям.

Источник: разработано по данным ЕГИСУ НИОКТР¹.

В географии выполняемых в СЗФО РФ научно-исследовательских проектов лидируют Вологодская, Калининградская, Архангельская и Мурманская области. Однако на Ленинградскую область приходится больший объем денежных расходов на НИОКР и, следовательно, более крупные проекты. Средний размер одного выполненного проекта в Ленинградской области составляет 38,4 млн руб., на втором месте — Республика Карелия с 17,9 млн руб. (это ниже среднероссийского уровня — 18,2 млн руб.). Наименьший объем расходов в расчете на 1 выполненный в 2019—2021 гг. научно-исследовательский проект — у Псковской и Вологодской областей (около 2 млн руб.).

Средний объем расходов на 1 заказанный научно-исследовательский проект колеблется от 25,5 млн руб. (Республика Карелия) до 94 тыс. руб. (Республика Коми) при среднем уровне по СЗФО РФ — 3,6 млн руб. В целом для всех субъектов СЗФО РФ характерно превалирование объема выполненных НИОКР над заказанными. Разрыв между регионами по количеству проектов колеблется от 1,6 раза — для Вологодской области до 9,5 раза — для Новгородской области (при среднем значении по СЗФО РФ в 3,4 раза). По суммарному объему расходов на НИОКР в разрезе «исполнитель — заказчик» дисбаланс сильнее. Особенно это характерно для

¹ Аналитические открытые данные, 2023, ЕГИСУ НИОКТР, URL: <https://rosrid.ru/analytics> (дата обращения: 02.08.2023).

Республики Коми (1389 раз), Новгородской (556 раз), Мурманской (103 раза), Ленинградской (48 раз) областей. В меньшей степени — для Калининградской (5 раз), Вологодской (3 раза), Псковской (2 раза) областей и Республики Карелия (3 раза). Такое распределение свидетельствует больше о смещении функций в федеральном округе в сторону воспроизводства научных знаний, чем об их абсорбции, и отражает внешний характер управления научной повесткой, разрабатываемой в регионах Северо-Запада.

Рисунок 2 демонстрирует распределение субъектов СЗФО РФ по объему заказанных и выполненных НИОКР.

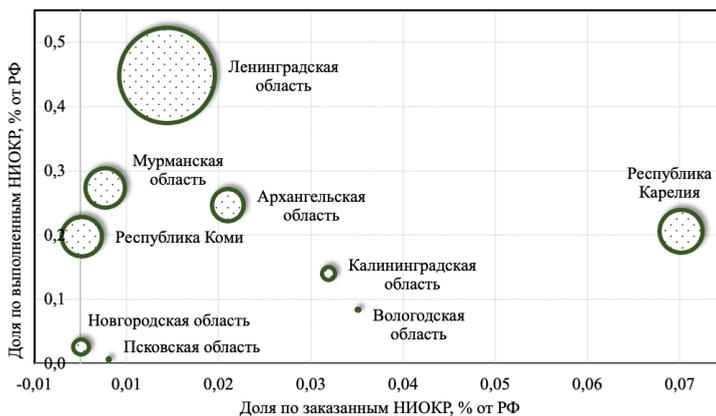


Рис. 2. Распределение субъектов СЗФО РФ по вкладу в объем выполненных и заказанных НИОКР в 2019—2021 гг., % от РФ

Примечание: диаметр пуансона отражает средний объем расходов на 1 выполненный проект НИОКР. На графике не представлен Санкт-Петербург, доля которого в общероссийском объеме расходов на НИОКР — 0,69 % по заказанным и 10,05 % по выполненным.

Источник: разработано по данным ЕГИСУ НИОКТР, *Rosrid.ru*¹.

В целом могут быть выделены три крупные группы регионов по их вовлеченности в научно-исследовательскую деятельность.

Первая группа — ядро, включающее Санкт-Петербург и примыкающую к нему Ленинградскую область, которые сильно опережают другие субъекты федерального округа по показателям исполнения НИОКР, в то же время являясь заказчиками НИОКР.

Во вторую группу входят Мурманская, Архангельская, Калининградская области и Республика Карелия. Эти регионы могут быть отнесены к полупериферии научного пространства СЗФО РФ, характеризующаясь средними для федерального округа показателями по НИОКР.

Третья группа объединила регионы, имеющие наиболее низкие значения по выполнению и заказу научно-исследовательских проектов (Республика Коми, Вологодская, Новгородская и Псковская области), поэтому они были отнесены к периферии.

В приложении 1 отражены результаты ранговой оценки разнообразия выполняемых НИОКР в регионах Северо-Запада России. Расчет рангов производился по формуле (1) на основе значений коэффициента научной специализации.

¹ Аналитические открытые данные, 2023, ЕГИСУ НИОКТР, URL: <https://rosrid.ru/analytics> (дата обращения: 02.08.2023).

Наиболее широкая исследовательская повестка в 2016–2022 гг. была представлена в Санкт-Петербурге, Вологодской и Калининградской областях — 45, 38 и 31 области знания. В Псковской и Новгородской областях выполнялось НИОКР по наименьшему количеству областей знания — 14 и 18 соответственно. В целом в регионах третьей периферийной группы в топ-5 областей знания по реализуемым НИОКР вошли преимущественно общественно-гуманитарные науки. Для второй полупериферийной группы характерно сочетание общественно-гуманитарных и естественно-научных областей как ведущих в научной специализации. Для первой группы ядро научно-исследовательской специализации представлено преимущественно естественно-научным направлением.

Результативность научных систем

Результативность научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности также была оценена через показатели публикационной и патентной активности. Рисунок 3 демонстрирует распределение регионов СЗФО РФ по доле в совокупном объеме публикаций, проиндексированных в базе «Скопус» в 2018–2022 гг. и аффилированных с Россией.

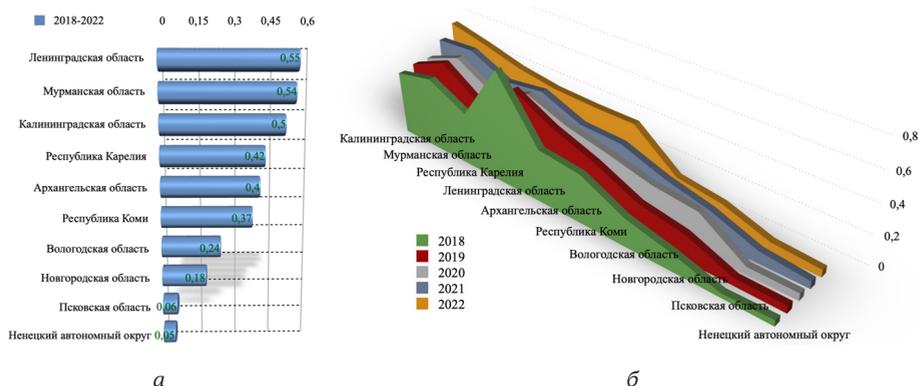


Рис. 3. Доля субъектов СЗФО РФ по количеству публикаций в 2018–2022 гг.:
а — общая; б — по годам, %

Примечание: средняя доля Санкт-Петербурга в РФ — 15,3%.

Источник: разработано на основе данных «Скопуса»¹.

Полученные результаты по оценке публикационной активности регионов СЗФО РФ соответствуют результатам анализа их вовлеченности в научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую деятельность. Лидирующие позиции в федеральном округе по совокупному количеству публикаций в ведущих международных журналах занимают субъекты первой группы — Санкт-Петербург (90,1 тыс. ед.) и Ленинградская область (3,2 тыс. ед.). Далее следуют регионы второй группы, образующие полупериферию научного пространства Северо-Запада России, а именно Мурманская, Калининградская, Архангельская области и Республика Карелия, доля которых по публикациям относительно РФ колеблется от 0,4 до 0,54%. Регионы периферийной группы имеют наиболее низкие значения количества публикаций, проиндексированных в базе Скопус — менее 0,4% от РФ в рассматриваемый пери-

¹ Scopus, URL: <https://www.scopus.com/> (дата обращения: 11.07.2023).

од. Наиболее низкие — у Псковской области (329 публикаций) и Ненецкого автономного округа (295 публикаций), что в 10 и 11 раз меньше, чем у Ленинградской области. А общий разрыв в федеральном округе между регионом-лидером и регионом-аутсайдером по количеству публикаций, проиндексированных в базе «Скопус» в 2018—2022 гг., составил 305,6 раза.

Субъекты СЗФО РФ характеризуются различной динамикой публикационной активности по годам (рис. 3, б). В первой группе Санкт-Петербург демонстрирует достаточно устойчивый ежегодный объем публикаций (около 18 тыс.). Прирост за пять лет составил 5,6 %. Для Ленинградской области, напротив, характерно значительное сворачивание публикационной активности в исследуемом периоде. Это единственный регион с убылью ежегодного количества публикаций: снижение в 2022 г. относительно 2018 г. составило 37,2 %.

Все регионы второй группы характеризовались приростом совокупного объема публикаций в базе «Скопус». Темпы прироста за пять лет колебались от 20,8 % у Мурманской области до 50,8 % — у Калининградской области. Основной «рывок» регионы второй группы сделали в 2019 г. относительно 2018 г. (а Калининградская область — еще в 2021 г. относительно 2020 г.). В 2022 г. у трех из четырех субъектов СЗФО РФ, вошедших в эту группу, зафиксирован спад публикационной активности относительно 2021 г. Лишь у Архангельской области количество публикаций в 2022 г. увеличилось на 3,4 % в сравнении с предыдущим годом, однако этому предшествовали два года с отрицательной динамикой публикаций.

Регионы третьей группы, характеризуясь низкими базовыми значениями 2018 г., также продемонстрировали прирост публикаций за пять лет. Наибольший (189 %) — у Псковской области, ввиду малого ежегодного количества публикаций (с 27 в 2018 г. до 78 в 2022 г.). В целом для этих регионов характерна наиболее сильная положительная динамика с 2018 по 2020 г. (а для Псковской области и в 2021 г.). После этого ежегодные темпы прироста замедлились, а у некоторых регионов и вовсе стали отрицательными к 2022 г.

Как и в отношении НИОКР, для всех субъектов СЗФО РФ были рассчитаны ранги относительно количества публикаций, проиндексированных в базе «Скопус» в 2018—2022 гг., в разрезе областей знания (Приложение 2). Для регионов первой группы публикационный профиль в значительной мере совпадает с общероссийским. Среди ключевых областей — физика и астрономия, инженерное дело, материаловедение. Для Ленинградской области также значимы химия; биохимия, генетика и молекулярная биология, а для Санкт-Петербурга — медицина и информатика. Следует отметить, что разнообразие областей знания, по которым представлены публикации, ниже у Ленинградской области в сравнении с Санкт-Петербургом.

Регионы второй группы имеют устойчивое разнообразие публикаций по областям знания. При этом большое значение в структуре их публикационной активности занимают (в дополнение к областям знания из топ-5 для России) науки о Земле и планетах; науки об окружающей среде; сельскохозяйственные и биологические науки.

Значительный вес в структуре публикационной активности регионов третьей группы наряду с естественно-научными публикациями занимают документы по социальным и гуманитарным наукам. Для Новгородской, Псковской областей и Ненецкого автономного округа отмечено наименьшее (среди остальных субъектов СЗФО РФ) количество областей научного знания, в разрезе которых представлены статьи.

Также была проанализирована доля публикаций, выполненная учеными Северо-Запада в международном соавторстве (рис. 4). Наибольший удельный вес относительно РФ по доле таких публикаций занимают Санкт-Петербург (19,0 %) и

Ленинградская область (1,8%). У регионов второй группы величина этого показателя колеблется от 0,4 до 0,7%, а у третьей группы — 0,2% и менее. На рисунке 4 представлено распределение регионов Северо-Запада России по степени участия в научном сотрудничестве, выраженном через публикации.



Рис. 4. Распределение субъектов СЗФО РФ по доле публикаций в 2018—2022 гг., %

Примечание: на графике не представлен Санкт-Петербург, у которого 19,0% — доля в публикациях РФ, подготовленных в сотрудничестве; 0,27% — доля в общем количестве публикаций региона. Первая группа регионов — оранжевые ромбы, вторая группа — синие, третья группа — зеленые ромбы.

Источник: разработано на основе данных «Скопуса»¹.

География научного сотрудничества субъектов СЗФО РФ в 2018—2022 гг. была разнообразна (и охватывала 168 стран). После 2022 г. геополитический вектор в развитии научных связей российских регионов претерпел изменение: ряд научных связей был разорван, в то время как другие получили дополнительный импульс развития. Приложение 3 презентует результаты распределения стран — научных партнеров регионов Северо-Запада России в период с 2018 по 2022 г. в разрезе категорий «недружественная», «дружественная», «нейтральная».

Санкт-Петербург и примыкающая к нему Ленинградская область в совокупности имели наиболее широкую географию (159 стран) научных связей среди других групп регионов СЗФО РФ. Однако при высоком разнообразии контактов наибольшая доля по объему публикаций в 2018—2022 гг. приходилась на недружественные государства. Из топ-25 стран по количеству совместных публикаций 20 — это недружественные (Германия, США, Франция, Великобритания, Италия, Финляндия, Польша, Испания, Швейцария, Чешская Республика, Нидерланды, Австралия, Швеция, Австрия, Япония, Канада, Греция, Украина, Португалия, Южная Корея) и 5 — дружественные (Китай, Бразилия, Индия, Беларусь, Турция) страны.

¹ Scopus, URL: <https://www.scopus.com/> (дата обращения: 11.07.2023).

В регионах второй группы география научных связей несколько скромнее и охватывает от 88 (Мурманская область) до 116 (Калининградская область) стран. Для этих российских субъектов также до 2022 г. было характерно устойчивое научное сотрудничество с западными странами. Из топ-25 стран по количеству совместных публикаций на дружественные и нейтральные страны приходилось лишь 7 — в Архангельской, 5 — в Калининградской, 3 — в Мурманской областях, 4 — в Республике Карелия. Значимую роль в общем объеме публикаций, выполненных в международном соавторстве, занимали соседние с этими регионами страны (Польша, Финляндия, Норвегия).

Наименьшее разнообразие научных связей характерно для регионов третьей группы: от 21 до 59 стран-партнеров. Выделяется лишь Республика Коми, ученые которой имели совместные публикации с авторами из 87 стран. Однако и для этих регионов в 2018—2022 гг. прослеживалась приоритетность западноевропейского вектора над восточным и южным. Из топ-25 стран по количеству совместных публикаций на дружественные и нейтральные страны приходилось 8 — в Вологодской, по 5 — в Новгородской и Псковской областях, 4 — в Ненецком автономном округе и 2 — в Республике Коми.

Еще одним индикатором результативности научной деятельности является изобретательская активность, которая также тесно связана с инновациями. Как и в отношении публикаций, Санкт-Петербург занимает лидирующие позиции в федеральном округе по абсолютному количеству выданных патентов. Разрыв между ним и Вологодской областью, которая находится на втором месте, составляет более 50 раз (в 2020 г. — 65 раз). На рисунке 5 отражено изменение патентной активности в субъектах СЗФО РФ в 2019—2021 гг. Для большинства регионов характерно снижение ежегодного объема выдаваемых патентов (исключение — Псковская область, где отмечен рост, а также Мурманская область и Республика Карелия, где отсутствует стабильная динамика патентования).

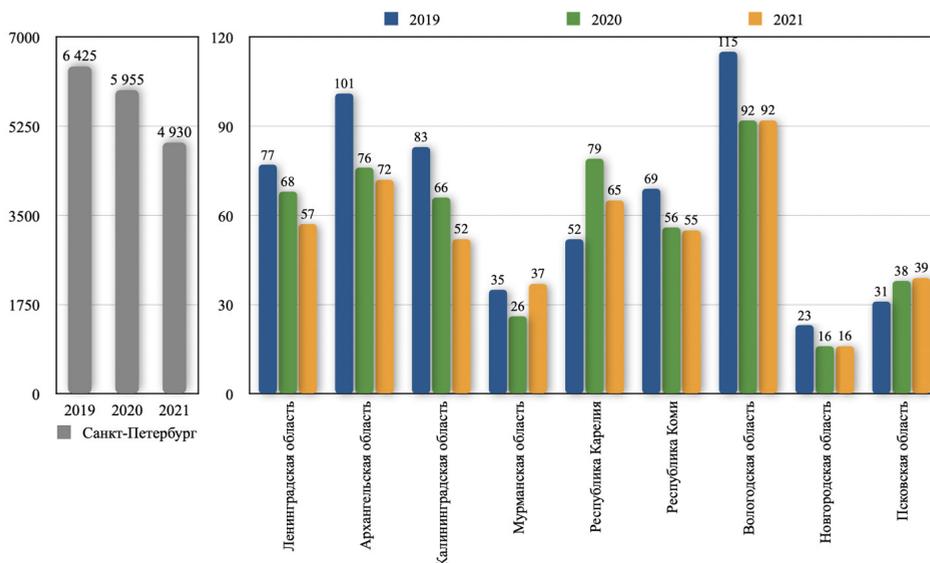


Рис. 5. Динамика выданных патентов в разрезе субъектов СЗФО РФ, 2019—2021 гг.

Источник: разработано на основе данных Роспатента¹.

¹ Поиск патентов, *Роспатент*, URL: openstat.rospatent.gov.ru (дата обращения: 02.08.2023).

В большинстве регионов Северо-Запада РФ в распределении выданных патентов преобладают изобретения (рис. 6). В 2019 г. доля изобретений колебалась от 52,2% у Новгородской области до 80,7% у Калининградской области. В 2021 г. относительно 2019 г. произошли существенные структурные сдвиги между типами патентов в сторону уменьшения доли изобретений в 7 из 10 исследуемых регионов. Прирост выданных патентов на изобретения в 2021 г. относительно 2019 г. отмечался лишь в Ленинградской (15,7%), Вологодской (2,8%) и Новгородской (10,3%) областях. Наиболее сильное перераспределение типов патентов произошло в Республике Карелия: доля изобретений снизилась с 59,6 до 33,8%, а полезных моделей возросла с 36,5 до 52,3%.

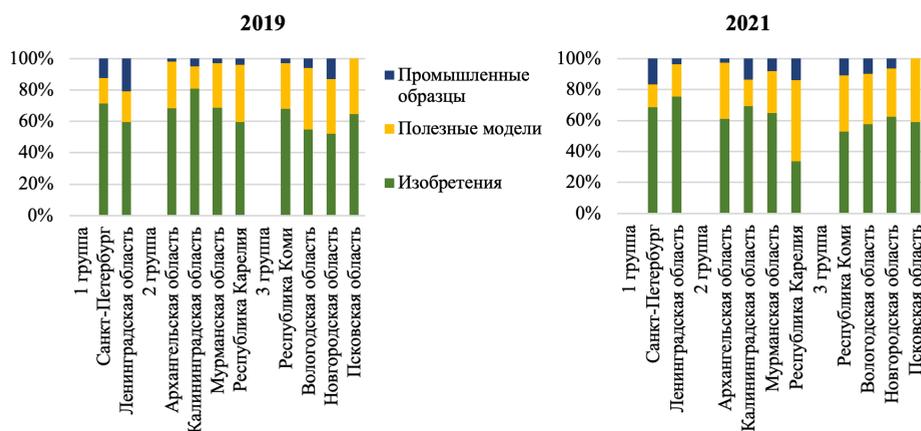


Рис. 6. Распределение выданных патентов в субъектах СЗФО РФ по типам в 2019 и 2021 гг.

Источник: разработано на основе данных Роспатента, [Openstat.rospatent.gov.ru](https://openstat.rospatent.gov.ru)¹.

Среди 82 областей знания, по которым у субъектов СЗФО РФ есть выданные патенты, следует отметить 38 наиболее активно разрабатываемых специализаций (с коэффициентом изобретательской специализации выше 3 хотя бы у 1 из регионов выборки — Приложение 4). Для регионов периферии и полупериферии (исключая Республику Коми и Вологодскую область) характерна более сильная фокусировка на определенные области знания, в то время как регионы ядра имеют более широкие изобретательские компетенции.

Связь научной и инновационной активности

Для оценки связи научной и инновационной подсистем регионов Северо-Запада России был проведен корреляционный анализ взаимосвязи показателей патентной, публикационной, исследовательской активности и генерации инновационной продукции. Выявлена тесная и статистически значимая связь между объемом инновационных товаров, работ, услуг региона и величиной выполненных в нем НИОКР. Коэффициент парной корреляции между этими показателями в 2020 г. составлял 0,867 (при $p = 0,001$); в 2021 г. — 0,721 (при $p = 0,019$). Теснота связи по шкале Чеддока — высокая. Также выявлена положительная зависимость между инновациями и патентной активностью в регионе, однако с годовым лагом. Заметная статистически значимая корреляционная связь наблюдается между количеством выданных

¹ Поиск патентов, *Роспатент*, URL: openstat.rospatent.gov.ru (дата обращения: 02.08.2023).

патентов в 2019 г. и объемом инновационных товаров, работ, услуг в 2020 г. (при $p = 0,048$). Существенная взаимосвязь между показателями публикационной и инновационной активности для регионов СЗФО РФ не выявлена.

Также отмечено положительное влияние количества организаций, осуществлявших инновационную деятельность в предшествующие годы, на объем инновационной продукции в последующие годы. Высокая корреляционная связь между этими показателями в период 2019—2020 гг. была на уровне 0,818 (при $p = 0,004$), к 2021 г. несколько ослабела — до 0,709 (при $p = 0,022$), но все еще оставалась высокой.

Для оценки зависимости показателя объема инновационных товаров, работ, услуг, произведенных в субъектах СЗФО РФ в 2021 г., от количественных факторов функционирования подсистемы генерации знаний (выполнение НИОКР, изобретательная и публикационная активность), действовавших в 2019—2021 гг., был использован метод линейной регрессии и построена регрессионная модель. Число наблюдений составило 9. Результаты регрессионного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты регрессионного анализа объема инновационной продукции в 2021 г. от факторов функционирования подсистемы генерации знаний

Показатель	B	Стандартная ошибка (SE)	t	p
Intercept	-0,029	0,038	-0,755	0,475
Объем выполненных НИОКР в 2019 г.	4,476	1,701	2,632	0,034*

Примечание: * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Источник: разработано с использованием «StatTech v.3.1.6».

Итогом эконометрического анализа стало уравнение линейной регрессии

$$Y_{2021_Инновации} = -0,029 + 4,476 * X_{2019_НИОКР}, \quad (4)$$

где $Y_{2021_Инновации}$ — величина показателя объем инновационных товаров, работ, услуг в 2021 г., $X_{2019_НИОКР}$ — объем выполненных НИОКР в 2019 г.

При увеличении показателя $X_{2019_НИОКР}$ на 1 следует ожидать увеличение показателя $Y_{2021_Инновации}$ на 4,476. Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $r_{xy} = 0,705$, что соответствует высокой тесноте связи по шкале Чеддока. Полученная модель — статистически значима ($p = 0,034$) и объясняет 49,7 % наблюдаемой дисперсии объема инновационных товаров, работ, услуг в 2021 г.

Аналогичным образом были проведены расчеты для оценки зависимости объема инновационной продукции, произведенной в субъектах СЗФО РФ в 2021 г., от количественных факторов функционирования подсистемы генерации инноваций (табл. 2).

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа объема инновационной продукции в 2021 г. от факторов функционирования подсистемы генерации инноваций

Показатель	B	Стандартная ошибка (SE)	t	p
Intercept	-0,014	0,015	-0,921	0,393
Объем инновационных товаров, работ, услуг в 2020 г.	0,888	0,133	6,693	< 0,001*
Затраты на инновационную деятельность в 2019 г.	0,339	0,122	2,777	0,032*

Примечание: * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Источник: разработано авторами с использованием «StatTech v.3.1.6».

Наблюдаемая зависимость между показателями описывается уравнением линейной регрессии

$$Y_{2021_Инновации} = -0,014 + 0,888 * X_{2020_Инновации} + 0,339 * X_{2019_Затраты}, \quad (5)$$

где $Y_{2021_Инновации}$ — величина показателя объем инновационных товаров, работ, услуг в 2021 г., $X_{2020_Инновации}$ — величина показателя объем инновационных товаров, работ, услуг в 2020 г., $X_{2019_Затраты}$ — объем затрат на инновационную деятельность в 2019 г.

При увеличении показателя $X_{2020_Инновации}$ на 1 следует ожидать увеличение показателя $Y_{2021_Инновации}$ на 0,888; при увеличении показателя $X_{2019_Затраты}$ на 1 следует ожидать увеличение показателя $Y_{2021_Инновации}$ на 0,339.

Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $r_{xy} = 0,943$, что соответствует весьма высокой тесноте связи по шкале Чеддока. Модель была статистически значимой ($p = 0,001$) и объясняет 89,0 % наблюдаемой дисперсии объема инновационных товаров, работ, услуг в 2021 г.

Обсуждение результатов и выводы

Геополитические сдвиги в международной системе отношений последних лет продемонстрировали необходимость обеспечения странами технологического суверенитета и инновационной безопасности [47]. Это актуально для России, которая, будучи вовлечена в гибридное противостояние со странами Запада, испытывает существенное прямое и вторичное санкционное давление. Доминирование в инновационно-технологическом развитии России зарубежных технологий привело к высокой зависимости от иностранных партнеров. В качестве новых национальных целевых ориентиров определено импортозамещение высокотехнологичной продукции в объеме не менее 75 % от общего потребления. В научном поле подход к ответу на макроэкономические и геополитические вызовы рассматривается в рамках концепции трансформационной резилентности. Последняя сопряжена с поиском возможностей развития в период кризиса через смену сложившейся ранее траектории.

Проведена оценка научно-инновационного потенциала СЗФО РФ и влияния на него внешней и внутренней турбулентности. Исследование базируется на сведениях о НИОКР, патентной и публикационной активности, а также статистике инновационной деятельности предприятий с 2019 по 2021 г., для ряда показателей — по 2022 г. Все регионы Северо-Запада России были разделены на три группы: ядро (Санкт-Петербург в связке с Ленинградской областью), полупериферия (Мурманская, Архангельская, Калининградская области и Республика Карелия) и периферия (Республика Коми, Вологодская, Новгородская и Псковская области).

Результаты исследования показали, что, во-первых, регионы Северо-Запада России связаны в рамках национальной системы перераспределения научных знаний. Региональные акторы реализуют НИОКР по внешнему запросу и в то же время выступают заказчиками проектов по интересующим тематикам. Для субъектов СЗФО РФ характерно превышение объема выполненных НИОКР над заказанными. Это отражает высокий уровень научно-технологического развития регионов. Но в ряде случаев может указывать на неосведомленность региональных организаций о локализованных компетенциях, позволяющих выполнять сложные проекты, или на несоответствие специализаций научной и инновационной подсистем регионов. Следствие отмеченного дисбаланса — сни-

женная эффективность сетевого взаимодействия даже при высокой «институциональной плотности» [48]. Расширение возможностей межрегионального сотрудничества за счет увеличения предложения услуг НИОКР на новые рынки может реализовать сформированные в регионах компетенции и нарастить инновационные мощности путем привлечения дополнительных источников финансирования.

Во-вторых, субъекты СЗФО РФ обладают разной научно-исследовательской специализацией. Анализ тематик выполненных НИОКР и проиндексированных научных публикаций демонстрирует превалирование естественно-научных направлений у регионов «ядра» и общественно-гуманитарных направлений у «периферии». В ряде случаев подобная вариативность может сдерживать формирование кооперационных связей из-за отсутствия нетерриториальной близости [49]. Однако это также является предпосылкой для развития радикальных инноваций, необходимое условие появления которых — «несвязанное разнообразие» [50]. Результаты исследований в области «открытых инноваций» [51] показывают, что именно заимствование вторичных результатов и сопутствующих технологий «с открытого рынка» позволяет создавать прорывные инновации. Сильное смещение в периферийной группе в сторону превалирования общественно-гуманитарных исследований может быть индикатором слабой инновационной активности в этих регионах. Это требует повышения связанности науки и бизнеса, в том числе через содействие деятельности предпринимательских университетов и малых инновационных предприятий.

В-третьих, для большинства регионов СЗФО РФ после 2019 г. характерно снижение ежегодного объема выдаваемых патентов и публикаций. Трудности, с которыми сталкиваются инновационные системы регионов, отражаются в анализируемых индикаторах не сразу. Это связано с тем, что регистрация патента и индексация публикации происходит с задержкой (от года и более). Можно предположить, что снижение продуктивности научных систем регионов Северо-Запада РФ в 2021—2022 гг. связано с рядом предшествующих факторов — рецессией коронавирусной пандемии [52], которая наложила на усиление санкционного давления, дестабилизацию финансовых рынков и общую неопределенность, вызванную вооруженным конфликтом на границе с Украиной. Учитывая трансформационный курс национальной политики и невозможность возврата к докризисному состоянию, процесс перехода к новой траектории развития может сопровождаться дальнейшим снижением продуктивности научно-исследовательской и инновационной подсистем исследуемых регионов.

В-четвертых, в 2021 г. относительно 2019 г. произошли существенные структурные сдвиги между типами патентов в сторону уменьшения доли изобретений в большинстве исследуемых регионов. Данный факт имеет большое значение, учитывая разницу между изобретением, полезной моделью и промышленным образцом¹. Наблюдается снижение доли результатов НИОКР в виде создания новых продуктов и технологий в пользу модернизации уже представленных на рынке устройств и технологий, а также их внешнего вида.

В-пятых, регионы Северо-Запада России до 2022 г. были активно интегрированы в международные научно-инновационные процессы. Межрегиональные международные кооперационные связи выстраивались на протяжении многих лет, в том числе в рамках программ трансграничного сотрудничества России

¹ Изобретение и полезная модель или промышленный образец — что лучше патентовать? 2023, *Гардиум*, URL: <https://legal-support.ru/information/faq/patent/izobretenie-i-poleznaya-model-ili-promyshlennyi-obrazec-chno-luchshe-patentovat> (дата обращения: 14.08.2023).

и ЕС [53]. Согласно полученным результатам анализа географии публикаций, подготовленных в субъектах СЗФО РФ, ключевыми партнерами до «геополитического разворота» России на Восток выступали организации недружественных стран. При этом чем выше уровень научно-инновационного развития российского региона, тем шире было международное научное сотрудничество. Хотя значимость контактов с технологическими лидерами подтверждается примерами постколониальных стран [54], которые после обретения независимости проводили протекционистскую политику (импортозамещения, жесткого регулирования импорта зарубежных технологий и участия в международных проектах), санкционное давление и «культура отмены» свидетельствуют о необходимости диверсификации международных партнерских связей. Актуальна переориентация на Китай, Индию, Иран, Бразилию и другие дружественные страны. Это позволит сохранить возможность выхода на международные рынки технологий и инноваций, обеспечить доступ к информационным ресурсам, оборудованию и расходным материалам.

В последующих исследованиях видится целесообразным оценить роль зарубежных инноваций в отечественной экономике, что позволит увидеть полную картину складывающейся обстановки в контексте технологического суверенитета. Значимым исследовательским вопросом также является оценка территориальной распределенности стадий инновационного процесса, что потребует проработки методологии выявления причинно-следственных связей. Например, какие НИОКР способствовали получению результатов, представленных в публикациях, или легли в основу патентов, которые, в свою очередь, реализованы в виде инноваций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ №23-27-00149 «Евразийский вектор партнерства в зеркале межрегионального сотрудничества России и Индии в сфере науки, технологий и инноваций».

Список литературы

1. Bathelt, H., Munro, A. K., Spiegel, B. 2013, Challenges of transformation: Innovation, re-bundling and traditional manufacturing in Canada's technology triangle, *Regional Studies*, vol. 47, №7, p. 1111—1130, <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.602058>
2. Stognief, N., Walk, P., Schöttker, O., Oei, P.-Y. 2019, Economic resilience of German lignite regions in transition, *Sustainability*, vol. 11, №21, p. 5991, <https://doi.org/10.3390/su11215991>
3. Bristow, G., Healy, A. 2018, Innovation and regional economic resilience: an exploratory analysis, *The annals of regional science*, vol. 60, №2, p. 265—284, 10.5922/2079-8555-2023-1-6 10.1007/s00168-017-0841-6
4. Filippetti, A., Gkotsis, P., Vezzani, A., Zinilli, A. 2020, Are innovative regions more resilient? Evidence from Europe in 2008—2016, *Economia Politica*, vol. 37, №3, p. 807—832, <https://doi.org/10.1007/s40888-020-00195-4>
5. Hu, X., Li, L., Dong, K. 2022, What matters for regional economic resilience amid COVID-19? Evidence from cities in Northeast China, *Cities*, vol. 120, 103440, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103440>
6. Бабурин, В.Л. 2020, Влияние эффекта колеи на эволюцию промышленных ареалов России, *Региональные исследования*, №3 (69), с. 26—39. EDN: EUIPWN
7. Федоров, Г.М. (ред.). 2019, *Проблемы экономической безопасности регионов Западного побережья России*, Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 267 с. EDN: FMBXGM
8. Земцов, С.П., Бабурин, В.Л. 2020, COVID-19: пространственная динамика и факторы распространения по регионам России, *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, №4, с. 485—505, <https://doi.org/10.31857/S2587556620040159>

9. Алов, И. Н., Пилясов, А. Н. 2023, Внутренние различия протекания пандемии коронавируса в Балтийском макрорегионе России, *Балтийский регион*, т. 15, № 1, с. 96—119, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2023-1-6>
10. Бабурин, В. Л. 2021, Географическое пространство — инновационный след. В: Дружинин, А. Г., Сидоров, В. П. (ред.), *Настоящее и будущее России в меняющемся Мире: обществено-географический анализ и прогноз. Материалы международной научной конференции (XII Ежегодная научная Ассамблея АРГО)*, Ижевск, с. 57—69. EDN: EYRUKZ
11. MacKinnon, D., Dawley, S., Pike, A., Cumbers, A. 2019, Rethinking path creation: A geographical political economy approach, *Economic Geography*, vol. 95, № 2, p. 113—135, <https://doi.org/10.1080/00130095.2018.1498294>
12. Hassink, R., Isaksen, A., Trippel, M. 2019, Towards a comprehensive understanding of new regional industrial path development, *Regional Studies*, vol. 53, № 11, p. 1636—1645, <https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1566704>
13. Basiago, A. D. 1995, Methods of defining 'sustainability'. *Sustainable development*, vol. 3, № 3, p. 109—119, <https://doi.org/10.1002/sd.3460030302>
14. Кузнецова, О. В. 2021, Экономика российских регионов в пандемию: работают ли факторы шокоустойчивости?, *Региональные исследования*, № 3 (73), с. 76—87, <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2021-3-7>
15. Trippel, M., Fastenrath, S., Isaksen, A. 2023, Rethinking regional economic resilience: Preconditions and processes shaping transformative resilience, *European Urban and Regional Studies*, <https://doi.org/10.1177/09697764231172326>
16. Christopherson, S., Michie, J., Tyler, P. 2010, Regional resilience: theoretical and empirical perspectives, *Cambridge journal of regions, economy and society*, vol. 3, № 1, p. 3—10, <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq004>
17. Modica, M., Reggiani, A. 2015, Spatial economic resilience: Overview and perspectives, *Networks and Spatial Economics*, vol. 15, № 2, p. 211—233, <https://doi.org/10.1007/s11067-014-9261-7>
18. Martin, R., Sunley, P., Gardiner, B., Tyler, P. 2016, How regions react to recessions: resilience and the role of economic structure, *Regional Studies*, vol. 50, № 4, p. 561—585, <https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1136410>
19. Martin, R., Sunley, P. 2015, On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation, *Journal of Economic Geography*, vol. 15, № 1, p. 1—42, <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu015>
20. Martin, R., Sunley, P. 2020, Regional economic resilience: evolution and evaluation. In: Bristow, G., Healy, A. (eds.), *Handbook on Regional Economic Resilience*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 10—35, <https://doi.org/10.4337/9781785360862.00007>
21. Davoudi, S., Brooks, E., Mehmood, A. 2013, Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation, *Planning Practice & Research*, vol. 28, № 3, p. 307—322, <https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787695>
22. Castan Broto, V., Trencher, G., Iwaszuk, E., Westman, L. 2019, Transformative capacity and local action for urban sustainability, *Ambio*, vol. 48, p. 449—462, <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1086-z>
23. Горкин, А. П., Трейвиш, А. И., Фетисов, А. С. 2005, Траектории развития стран мира и эволюционное страноведение, *Вестник Моск. ун-та. Сер.: 5. Геогр.* № 2, с. 18—28. EDN: HRXQQZ
24. Simmie, J. 2014, Regional economic resilience: a Schumpeterian perspective, *Spatial Research and Planning*, vol. 72, p. 103—116, <https://doi.org/10.1007/s13147-014-0274-y>
25. Asheim, B. T., Herstad, S. J. 2021, Regional innovation strategy for resilience and transformative industrial path development: evolutionary theoretical perspectives on innovation policy, *Eastern Journal of European Studies*, vol. 12, p. 43—75, <https://doi.org/10.47743/ejes-2021-si03>
26. Пилясов, А. Н. 2018, Региональная инвестиционная политика: как преодолеть «зависимость от пути»? *Регион: Экономика и Социология*, № 4 (100), с. 134—167, <https://doi.org/10.15372/REG20180406>

27. Calignano, G., De Siena, L. 2020, Does innovation drive economic resistance? Not in Italy, at least!, *Rivista Geografica Italiana*, vol. 3, p. 31—49, <https://doi.org/10.3280/rgi2020-003002>
28. Данилин, И. В. 2020, Влияние кризиса на инновационно-технологическое развитие: провал, прорыв, возможность?, *Научные труды Вольного экономического общества России*, № 225 (5), с. 201—238. EDN: HWYHOO
29. Spatareanu, M., Manole, V., Kabiri, A. 2019, Do bank liquidity shocks hamper firms' innovation?, *International Journal of Industrial Organization*, vol. 67, 102520, <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2019.06.002>
30. Teplykh, G. V. 2018, Innovations and productivity: the shift during the 2008 crisis, *Industry and Innovation*, vol. 25, № 1, p. 53—83, <https://doi.org/10.1080/13662716.2017.1286461>
31. Isaksen, A., Trippl, M., Mayer, H. 2022, Regional innovation systems in an era of grand societal challenges: reorientation versus transformation, *European planning studies*, vol. 30, № 11, p. 2125—2138, <https://doi.org/10.1080/09654313.2022.2084226>
32. Волошенко, К. Ю., Дрок, Т. Е., Фарафонова, Ю. Ю. 2019, Экономическая сложность на субнациональном уровне — инновационная парадигма регионального развития, *Вопросы инновационной экономики*, № 9 (3), с. 735—752, <https://doi.org/10.18334/vines.9.3.40822>
33. Schumpeter, J. A. 1911, *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*. Leipzig: Duncker und Humblot.
34. Михайлова, А. А. 2014, Инновационный процесс: история и современные тенденции моделирования, *Инновационный Вестник Регион*, № 3, с. 22—29. EDN: SYMDUH
35. Huizingh, E. 2011, Open innovation: State of the art and future perspectives, *Technovation*, vol. 31, № 1, p. 2—9, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.10.002>
36. Makkonen, T., van der Have, R. P. 2013, Benchmarking regional innovative performance: Composite measures and direct innovation counts, *Scientometrics*, vol. 94, p. 247—262, <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0753-2>
37. Dziallas, M., Blind, K. 2019, Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis, *Technovation*, vol. 80—81, p. 3—29, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
38. Griliches, Z. (ed.). 1984, *R & D, patents and productivity*. Chicago: University of Chicago Press, <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226308920.001.0001>
39. Земцов, С. П., Бабуринов, В. Л., Баранова, В. А. 2015, Как измерить неизмеримое? Оценка инновационного потенциала регионов России, *Креативная экономика*, № 9 (1), с. 35—52. EDN: TNBUOH
40. Кузнецова, О. В. 2023, Рейтинг научно-технологического развития регионов: подходы, итоги, вызовы, *Проблемы прогнозирования*, № 4, с. 94—103, <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-94-103>
41. Schmoockler, J. 1950, The interpretation of patent statistics, *Journal of the Patent Office Society*, vol. 32, № 2, p. 125—146.
42. Coombs, R., Narandren, P., Richards, A. 1996, A literature-based innovation output indicator, *Research policy*, vol. 25, № 3, p. 403—413, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00842-x](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00842-x)
43. Hagedoorn, J., Cloodt, M. 2003, Measuring innovative performance: Is there an advantage in using multiple indicators?, *Research Policy*, vol. 32, № 8, p. 1365—1379, [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(02\)00137-3](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(02)00137-3)
44. Acs, Z., Anselin, L., Varga, A. 2002, Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge, *Research Policy*, vol. 31, № 7, p. 1069—1085, [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00184-6](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00184-6)
45. Gössling, T., Rutten, R. 2007, Innovation in regions, *European Planning Studies*, vol. 15, № 2, p. 253—270.
46. Еременко, Г. О. 2017, Анализ российской научной периодики или как выбрать журнал для публикации, *Информация и инновации*, S, p. 207—214. EDN: ZTIAFR
47. Михайлова, А. А. 2018, Инновационная безопасность региона: научная конструкция или политическая необходимость?, *Инновации*, № 1 (231), с. 79—86. EDN: YQKNNR
48. Zukauskaitė, E., Trippl, M., Plechero, M. 2017, Institutional thickness revisited, *Economic geography*, vol. 93, № 4, p. 325—345, <https://doi.org/10.1080/00130095.2017.1331703>

49. Михайлов, А. С. 2017, Границы территориальной общности, *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки*, № 1, с. 5—20. EDN: YFMFUX

50. Frenken, K., Van Oort, F., Verburg, T. 2007, Related variety, unrelated variety and regional economic growth, *Regional studies*, vol. 41, № 5, p. 685—697, <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>

51. Enkel, E., Gassmann, O., Chesbrough, H. 2009, Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon, *R&D Management*, vol. 39, № 4, p. 311—316, <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00570.x>

52. Миролубова, Т. В., Ворончихина, Е. Н. 2021, Пространственная неравномерность влияния пандемии COVID-19 на социально-экономическое развитие регионов России, *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика*, № 16 (3), с. 238—254, <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2021-3-238-254>

53. Федоров, Г. М. 2013, Трансграничное сотрудничество в Балтийском регионе и развитие российского эксклава. Федоров, Г. М., Зверев, Ю. М., Корнеевец, В. С. (ред.), *Россия на Балтике: 1990—2012 годы*, Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, с. 133—141.

54. Nair, A., Guldiken, O., Fainshmidt, S., Pezeshkan, A. 2015, Innovation in India: A review of past research and future directions, *Asia Pacific Journal of Management*, vol. 32, p. 925—958, <https://doi.org/10.1007/s10490-015-9442-z>

Об авторах

Андрей Сергеевич Михайлов, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Южный федеральный университет, Россия; старший научный сотрудник, Институт географии РАН, Россия; ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией географии инноваций, Балтийский федеральный университета им. И. Канта, Россия.

E-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0002-5155-2628>

Даниил Дмитриевич Максименко, заведующий отделом анализа пространственных данных Института статистических исследований и экономики знаний, НИУ Высшая школа экономики, Россия.

E-mail: dmaksimenko@hse.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9165-7179>

Михаил Романович Максименко, младший научный сотрудник отдела анализа пространственных данных Института статистических исследований и экономики знаний, НИУ Высшая школа экономики, Россия.

E-mail: mmaksimenko@hse.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8441-6676>

Максим Михайлович Филатов, ведущий эксперт центра стратегий и программ Института статистических исследований и экономики знаний, НИУ Высшая школа экономики, Россия.

E-mail: mmfilatov@hse.ru

<https://orcid.org/0009-0001-3374-6090>



KNOWLEDGE AND INNOVATION DYNAMICS OF THE NORTHWEST RUSSIA UNDER GEOPOLITICAL CHANGES

A. S. Mikhaylov^{1, 2, 3} 

D. D. Maksimenko⁴ 

M. R. Maksimenko⁴ 

M. M. Filatov⁴ 

¹ Southern Federal University,
105/42 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, 344006, Russia

² Institute of Geography RAS,
29 Staromonetnyi lane, Moscow, 119017, Russia

³ Immanuel Kant Baltic Federal University,
14, A. Nevskogo St., Kaliningrad, 236041, Russia

⁴ HSE University,
11 Pokrovsky Bulvar, Moscow 109028 Russia

Received 10 September 2023

Accepted 02 November 2023

doi: 10.5922/2079-8555-2023-4-5

© Mikhaylov, A. S., Maksimenko, D. D.,
Maksimenko, M. R., Filatov, M. M., 2023

Over the past 25 years, Russia has faced several economic and geopolitical challenges, including the 2008 global financial crisis, sanctions imposed in 2014, and the COVID-19 pandemic. To remain resilient in the face of these challenges, Russia needs to adopt a flexible development strategy and transition to a new path of development. This transition requires the development of new knowledge-intensive industries, expansion into promising markets, strengthening trade and economic partnerships, and achieving technological sovereignty. This study examines the innovation system in Northwestern Russia and identifies factors that are critical for its sustainability and innovation security in the face of geopolitical instability. The study uses an integrated approach to trace the knowledge production and innovation process from research findings to the commercialization of new technologies. The study finds that there are strong correlations between innovation activity and R&D investment, patent activity, and the number of innovative organisations. The study also identifies three types of regional innovation systems in Northwestern Russia: core, semi-periphery, and periphery. The nature of the regions' involvement in R&D determines the dynamics and specialization of their publications and patents. The study also finds that there is a positive correlation between the volume of innovative products and quantitative factors in the functioning of subsystems involved in knowledge generation and innovation. Finally, the study examines the geography and structure of the international research network that the regions of Northwestern Russia had formed by 2022. It shows that the geopolitical transformation requires a significant part of cooperation ties with unfriendly countries to be restructured.

Keywords:

geography of knowledge, geography of innovation, innovation process, scientometrics, publications, R&D, patents, innovations, Northwestern Russia, scientific cooperation

References

1. Bathelt, H., Munro, A. K., Spigel, B. 2013, Challenges of transformation: Innovation, re-bundling and traditional manufacturing in Canada's technology triangle, *Regional Studies*, vol. 47, № 7, p. 1111 – 1130, <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.602058>

2. Stognief, N., Walk, P., Schöttker, O., Oei, P.-Y. 2019, Economic resilience of German lignite regions in transition, *Sustainability*, vol. 11, № 21, p. 5991, <https://doi.org/10.3390/su11215991>

To cite this article: Mikhaylov, A. S., Maksimenko, D. D., Maksimenko, M. R., Filatov, M. M. 2023, Knowledge and innovation dynamics of the Northwest Russia under geopolitical changes, *Baltic region*, vol. 15, № 4, p. 79–103. doi: 10.5922/2079-8555-2023-4-5

3. Bristow, G., Healy, A. 2018, Innovation and regional economic resilience: an exploratory analysis, *The annals of regional science*, vol. 60, №2, p. 265—284, 10.5922/2079-8555-2023-1-6 10.1007/s00168-017-0841-6
4. Filippetti, A., Gkotsis, P., Vezzani, A., Zinilli, A. 2020, Are innovative regions more resilient? Evidence from Europe in 2008—2016, *Economia Politica*, vol. 37, №3, p. 807—832, <https://doi.org/10.1007/s40888-020-00195-4>
5. Hu, X., Li, L., Dong, K. 2022, What matters for regional economic resilience amid COVID-19? Evidence from cities in Northeast China, *Cities*, vol. 120, 103440, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103440>
6. Baburin, V.L. 2020, Path dependence and evolution of Russia's territorial production systems, *Regional Studies*, №3 (69), p. 26—39. EDN: EUIPWH (in Russ.).
7. Fedorov, G.M. (ed.). 2019, Problemy jekonomicheskoj bezopasnosti regionov Zapadnogo porubezh'ja Rossii [Problems of economic security of the regions of the western border of Russia], Kaliningrad, 267 p. EDN: FMBXGM
8. Zemtsov, S.P., Baburin, V.L. 2020, COVID-19: Spatial dynamics and diffusion factors across Russian regions, *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*, №4, p. 485—505, <https://doi.org/10.31857/S2587556620040159>
9. Alov, I.N., Pilyasov, A.N. 2023, The spread of the COVID-19 infection in Russia's Baltic macro-region: internal differences, *Baltic region*, vol. 15, №1, p. 96—119, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2023-1-6>
10. Baburin, V.L. 2021, Geographical space — an innovative footprint, In: Druzhinin, A.G., Sidorov, V.P. (eds.), *The present and future of Russia in a changing world: sociogeographical analysis and forecast*, Izhevsk: Publishing Center «Udmurt University», p. 57—69. EDN: EYRUKZ
11. MacKinnon, D., Dawley, S., Pike, A., Cumbers, A. 2019, Rethinking path creation: A geographical political economy approach, *Economic Geography*, vol. 95, №2, p. 113—135, <https://doi.org/10.1080/00130095.2018.1498294>
12. Hassink, R., Isaksen, A., Tripl, M. 2019, Towards a comprehensive understanding of new regional industrial path development, *Regional Studies*, vol. 53, №11, p. 1636—1645, <https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1566704>
13. Basiago, A. D. 1995, Methods of defining 'sustainability'. *Sustainable development*, vol. 3, №3, p. 109—119, <https://doi.org/10.1002/sd.3460030302>
14. Kuznetsova, O. V. 2021, The economy of Russian regions in a pandemic: do resilience factors work?, *Regional Studies*, №3 (73), p. 76—87, <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2021-3-7>
15. Tripl, M., Fastenrath, S., Isaksen, A. 2023, Rethinking regional economic resilience: Pre-conditions and processes shaping transformative resilience, *European Urban and Regional Studies*, <https://doi.org/10.1177/09697764231172326>
16. Christopherson, S., Michie, J., Tyler, P. 2010, Regional resilience: theoretical and empirical perspectives, *Cambridge journal of regions, economy and society*, vol. 3, №1, p. 3—10, <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq004>
17. Modica, M., Reggiani, A. 2015, Spatial economic resilience: Overview and perspectives, *Networks and Spatial Economics*, vol. 15, №2, p. 211—233, <https://doi.org/10.1007/s11067-014-9261-7>
18. Martin, R., Sunley, P., Gardiner, B., Tyler, P. 2016, How regions react to recessions: resilience and the role of economic structure, *Regional Studies*, vol. 50, №4, p. 561—585, <https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1136410>
19. Martin, R., Sunley, P. 2015, On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation, *Journal of Economic Geography*, vol. 15, №1, p. 1—42, <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu015>
20. Martin, R., Sunley, P. 2020, Regional economic resilience: evolution and evaluation. In: Bristow, G., Healy, A. (eds.), *Handbook on Regional Economic Resilience*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 10—35, <https://doi.org/10.4337/9781785360862.00007>
21. Davoudi, S., Brooks, E., Mehmood, A. 2013, Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation, *Planning Practice & Research*, vol. 28, №3, p. 307—322, <https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787695>
22. Castan Broto, V., Trencher, G., Iwaszuk, E., Westman, L. 2019, Transformative capacity and local action for urban sustainability, *Ambio*, vol. 48, p. 449—462, <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1086-z>

23. Gorkin, A. P., Treivish, A. I., Fetisov, A. S. 2005, Development trajectories of the countries and the evolutionary nations' studies, *Moscow University Bulletin, Series 5, Geography*, № 2, p. 18—28. EDN: HRXQQZ
24. Simmie, J. 2014, Regional economic resilience: a Schumpeterian perspective, *Spatial Research and Planning*, vol. 72, p. 103—116, <https://doi.org/10.1007/s13147-014-0274-y>
25. Asheim, B. T., Herstad, S. J. 2021, Regional innovation strategy for resilience and transformative industrial path development: evolutionary theoretical perspectives on innovation policy, *Eastern Journal of European Studies*, vol. 12, p. 43—75, <https://doi.org/10.47743/ejes-2021-si03>
26. Pelyasov, A. N. 2018, Regional investment policy: how to unlock from path-dependency?, *Region: Economics & Sociology*, № 4 (100), p. 134—167, <https://doi.org/10.15372/REG20180406>
27. Calignano, G., De Siena, L. 2020, Does innovation drive economic resistance? Not in Italy, at least!, *Rivista Geografica Italiana*, vol. 3, p. 31—49, <https://doi.org/10.3280/rgi2020-003002>
28. Danilina, I. V. 2020, Impact of the crisis on innovation and technological development: failure, breakthrough, opportunity?, *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, № 225 (5), p. 201—238. EDN: HWYHOO
29. Spatareanu, M., Manole, V., Kabiri, A. 2019, Do bank liquidity shocks hamper firms' innovation?, *International Journal of Industrial Organization*, vol. 67, 102520, <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2019.06.002>
30. Teplykh, G. V. 2018, Innovations and productivity: the shift during the 2008 crisis, *Industry and Innovation*, vol. 25, № 1, p. 53—83, <https://doi.org/10.1080/13662716.2017.1286461>
31. Isaksen, A., Tripl, M., Mayer, H. 2022, Regional innovation systems in an era of grand societal challenges: reorientation versus transformation, *European planning studies*, vol. 30, № 11, p. 2125—2138, <https://doi.org/10.1080/09654313.2022.2084226>
32. Voloshenko, K. Yu., Drok, T. E., Farafonova, Yu. Yu. 2019, The economic complexity at the sub-national level as an innovative paradigm for regional development, *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, № 9 (3), p. 735—752, <https://doi.org/10.18334/vinec.9.3.40822>
33. Schumpeter, J. A. 1911, *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*. Leipzig: Duncker und Humblot.
34. Mikhaylova, A. A. 2014, Innovacionnyj process: istorija i sovremennye tendencii modelirovanij, *Innovacionnyj Vestnik Region*, № 3, p. 22—29. EDN: SYMDUH
35. Huizingh, E. 2011, Open innovation: State of the art and future perspectives, *Technovation*, vol. 31, № 1, p. 2—9, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.10.002>
36. Makkonen, T., van der Have, R. P. 2013, Benchmarking regional innovative performance: Composite measures and direct innovation counts, *Scientometrics*, vol. 94, p. 247—262, <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0753-2>
37. Dziallas, M., Blind, K. 2019, Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis, *Technovation*, vol. 80—81, p. 3—29, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
38. Griliches, Z. (ed.). 1984, *R & D, patents and productivity*. Chicago: University of Chicago Press, <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226308920.001.0001>
39. Zemtsov, S. P., Baburin, V. L., Barinova, V. A. 2015, How to measure the immeasurable? assessment of the innovation potential of Russian regions, *Creative Economy*, № 9 (1), p. 35—52. EDN: TNBUOH
40. Kuznetsova, O. V. 2023, Rating of Scientific and Technological Development in Regions: Approaches, Results, and Challenges, *Studies on Russian Economic Development*, vol. 34, № 4, p. 492—499, <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-94-103>
41. Schmookler, J. 1950, The interpretation of patent statistics, *Journal of the Patent Office Society*, vol. 32, № 2, p. 123—146.
42. Coombs, R., Narandren, P., Richards, A. 1996, A literature-based innovation output indicator, *Research policy*, vol. 25, № 3, p. 403—413, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00842-x](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00842-x)
43. Hagedoorn, J., Cloudt, M. 2003, Measuring innovative performance: Is there and advantage in using multiple indicators?, *Research Policy*, vol. 32, № 8, p. 1365—1379, [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(02\)00137-3](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(02)00137-3)
44. Acs, Z., Anselin, L., Varga, A. 2002, Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge, *Research Policy*, vol. 31, № 7, p. 1069—1085, [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00184-6](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00184-6)
45. Gössling, T., Rutten, R. 2007, Innovation in regions, *European Planning Studies*, vol. 15, № 2, p. 253—270.

46. Eremenko, G. O. 2017, Analysis of Russian scientific periodicals or how to choose a journal for publication, *Information and Innovations*, S, p. 207–214. EDN: ZTIAFR
47. Mikhaylova, A. A. 2018, Innovation security of region: scientific construct or political necessity?, *Innovation*, № 1 (231), p. 79–86. EDN: YQKNNR
48. Zukauskaitė, E., Trippl, M., Plechero, M. 2017, Institutional thickness revisited, *Economic geography*, vol. 93, № 4, p. 325–345, <https://doi.org/10.1080/00130095.2017.1331703>
49. Mikhaylov, A. S. 2017, Boundaries of territorial communities, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, № 1, p. 5–20. EDN: YFMFUX
50. Frenken, K., Van Oort, F., Verburg, T. 2007, Related variety, unrelated variety and regional economic growth, *Regional studies*, vol. 41, № 5, p. 685–697, <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>
51. Enkel, E., Gassmann, O., Chesbrough, H. 2009, Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon, *R&D Management*, vol. 39, № 4, p. 311–316, <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00570.x>
52. Mirolubova, T. V., Voronchikhina, E. N. 2021, Spatial non-homogeneity of the COVID-19 pandemic impact on social economic development of Russian regions, *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy*, № 16 (3), p. 238–254, <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2021-3-238-254>
53. Fedorov, G. M. 2013, Cross-border cooperation in the Baltic region and the development of the Russian exclave. In: Fedorov, G. M., Zverev, Yu. M., Korneevets, V. S. (eds.), 2013, *Rossiia na Baltike: 1990–2012 gody: monografiya* [Russia in the Baltic: 1990–2012: monograph], Kaliningrad, 252 p. EDN: SWPSQZ
54. Nair, A., Guldiken, O., Fainshmidt, S., Pezeshkan, A. 2015, Innovation in India: A review of past research and future directions, *Asia Pacific Journal of Management*, vol. 32, p. 925–958, <https://doi.org/10.1007/s10490-015-9442-z>

The authors

Dr Andrey S. Mikhaylov, Leading Researcher, Southern Federal University, Russia; Senior Researcher, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Russia; Leading Researcher, Head of the Laboratory of Geography of Innovation, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0002-5155-2628>

Daniil D. Maksimenko, Head of the Department of Spatial Data Analysis, HSE University, Russia.

E-mail: dmaksimenko@hse.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9165-7179>

Mikhail R. Maksimenko, Junior Researcher, Department of Spatial Data Analysis, HSE University, Russia.

E-mail: mmaksimenko@hse.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8441-6676>

Maxim M. Filatov, Leading Expert, Institute of Statistical Research and Economics of Knowledge, the Department of Spatial Data Analysis, HSE University, Russia.

E-mail: mmfilatov@hse.ru

<https://orcid.org/0009-0001-3374-6090>

