

А.М. Носонов¹, С.А. Тесленок², В.А. Чернобровкина³, П.С. Дмитриев⁴

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНОВ РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена использованию геоинформационных систем и технологий для исследования территориальной организации инновационной деятельности в регионах России. Главное внимание уделено выявлению и анализу пространственных закономерностей локализации основных компонентов инновационной инфраструктуры — инновационных территориальных кластеров и технопарков. Рассмотрены такие аспекты их функционирования, как организационно-правовой статус, количество, число участников и количество занятых. Выявлена значительная неравномерность в размещении этих объектов технико-технологической инфраструктуры. Наиболее развита инновационная инфраструктура в крупных агломерациях Европейской России. Это обусловлено высоким уровнем социально-экономического развития, существенной диверсификацией экономики, наличие большого количества научных учреждений и университетов, высокая концентрация инновационно-активных предприятий и главных рынков инновационных товаров и услуг. Использование ГИС-технологий является эффективным методом выявления и анализа пространственных закономерностей в функционировании важных объектов производственно-технологической инфраструктуры (технопарков и инновационных территориальных кластеров) с точки зрения их динамики, организационно-правового статуса, численности занятых, а также методом определения перспектив развития этих объектов инновационной инфраструктуры. Результаты исследования, полученные на основе анализа пространственных данных по инновационной деятельности в регионах России, необходимы организациям и лицам, принимающим решения для формирования региональной и федеральной политики, направленной на достижение страной лидерства в отдельных высокотехнологичных отраслях производства. Конечным результатом проведения эффективной инновационной политики является повышение качества жизни населения страны. Дальнейшее формирование инновационной инфраструктуры должно быть основано на разработке эффективной маркетинговой стратегии коммерциализации инноваций, совершенствования системы образования и диверсификации всех компонентов инновационной инфраструктуры. Геоинформационные технологии являются наиболее результативным средством выявления

¹ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, Институт геоинформационных технологий и географии, ул. Большевикская, д. 68, Саранск, Республика Мордовия, Россия, 430005, *e-mail*: artno@mail.ru

² Югорский государственный университет, Высшая экологическая школа, ул. Чехова, д. 16, Ханты-Мансийск, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Россия, 628012; Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, Институт геоинформационных технологий и географии, ул. Большевикская, д. 68, Саранск, Республика Мордовия, Россия, 430005, *e-mail*: teslserg@mail.ru

³ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, Институт геоинформационных технологий и географии, ул. Большевикская, д. 68, Саранск, Республика Мордовия, Россия, 430005, *e-mail*: vartno@mail.ru

⁴ Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Факультет математики и естественных наук, ул. Пушкина, д. 86, Петропавловск, Республика Казахстан, 150000, *e-mail*: dmitriev_pavel@mail.ru

уровня диверсификации инновационной инфраструктуры в силу возможности наглядно визуализировать уровень концентрации различных инфраструктурных объектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационные системы, технопарк, инновационный территориальный кластер, инновационная инфраструктура

Arthur M. Nosonov¹, Sergey A. Teslenok², Valeria A. Chernobrovkina³, Pavel S. Dmitriyev⁴

GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF INNOVATIVE INFRASTRUCTURE OF THE REGIONS OF RUSSIA

ABSTRACT

The article is devoted to the use of geoinformation systems and technologies to study the territorial organization of innovative activities in the regions of Russia. The main attention is paid to the identification and analysis of spatial patterns of localization of the main components of the innovative infrastructure — innovative territorial clusters and technology parks. Such aspects of their functioning as organizational and legal status, overall quantity, quantity of participants and number of employees are considered. Significant unevenness in the placement of these objects of technical and technological infrastructure has been revealed. The most developed innovative infrastructure is in large agglomerations of European Russia. This is due to the high level of socio-economic development, significant diversification of the economy, the presence of a large number of scientific institutions and universities, a high concentration of innovative enterprises and main markets for innovative goods and services. The use of GIS technologies is an effective method for identifying and analyzing the spatial patterns of the functioning of important objects of industrial and technological infrastructure (technoparks and innovative territorial clusters) in terms of their dynamics, organizational and legal status, the number of employees and determining the prospects for the development of these objects of innovative infrastructure. The results of the study, obtained on the basis of the analysis of spatial data on innovation activity in the regions of Russia, are necessary for organizations and decision makers to form regional and federal policies aimed at achieving the country's leadership in certain high-tech industries. The end result of an effective innovation policy is to improve the quality of life of the country's population. Further formation of the innovation infrastructure should be based on the development of an effective marketing strategy for the commercialization of innovations, improvement of the education system and diversification of all components of the innovative infrastructure. Geo-information technologies are the most effective means of identifying the level of diversification of innovative infrastructure due to the ability to visualize the level of concentration of various infrastructure facilities.

KEYWORDS: geoinformation systems, technopark, innovative territorial cluster, innovative infrastructure

¹ National Research N.P. Ogarev Mordovia State University, Institute of Geoinformation Technologies and Geography, 68, Bolshevistskaya str., Saransk, Republic of Mordovia, 430005, Russia, *e-mail*: artno@mail.ru

² Ugra State University, Higher Ecological School, 16, Chekhova str., Khanty-Mansiysk, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra, 628012, Russia; National Research N.P. Ogarev Mordovia State University, Institute of Geoinformation Technologies and Geography, 68, Bolshevistskaya str., Saransk, Republic of Mordovia, 430005, Russia, *e-mail*: teslserg@mail.ru

³ National Research N.P. Ogarev Mordovia State University, Institute of Geoinformation Technologies and Geography, 68, Bolshevistskaya str., Saransk, Republic of Mordovia, 430005, Russia, *e-mail*: vartno@mail.ru

⁴ Kozybayev University, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, 86, Pushkin Street, Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan, *e-mail*: dmitriev_pavel@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие России основано на приоритетном развитии высокотехнологичных отраслей производства и соответствующей инфраструктуры как предпосылки достижения технико-технологического лидерства в мировой экономике. Инновационное развитие страны во многом зависит от успешности научно-технологической политики на региональном уровне [Синергия пространства..., 2012; Рыбалкин, Сутырина, 2013; Schumpeter, 2003]. Главным направлением модернизации экономики России является генерация новых знаний как основы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности и распространение достижений научно-технического прогресса во всех отраслях общественной деятельности [Королева, Кандрашкина, 2014; Бабурин, Земцов, 2017; Макап, Носонов, 2017]. Только на этой основе возможно достичь конкурентоспособности страны и обеспечить ее дальнейшее устойчивое развитие, главным критерием которого является повышение качества жизни населения.

Наиболее эффективными компонентами инновационной инфраструктуры являются научные и промышленные технопарки и инновационные территориальные кластеры. Они служат центрами генерации новых знаний, коммерциализации и диффузии инноваций в другие регионы страны [Теребова, 2014; Тесленок и др., Тесленок, 2014; Romer, 2015]. Поэтому выявление пространственных закономерностей функционирования и развития этих объектов научно-производственной инфраструктуры с использованием ГИС-технологий является необходимой основой разработки федеральной и региональной инновационной политики [Барينوва и др., 2015; Torrisi, 2009; Scranton, 2019; Sunny, Shu, 2019]. ГИС-технологии позволяют определить и визуализировать особенности специализации и эффективность функционирования инновационных территориальных кластеров как базиса дальнейшего формирования экономики России преимущественно на основе высокотехнологичных производств. Уровень концентрации и диверсификация объектов технико-технологической инфраструктуры является важной предпосылкой инновационного развития регионов, оказывая мультипликативное воздействие на развитие других отраслей всех секторов экономики [Барينوва и др., 2014; Tasey, 2008; Wang et al., 2010; Audretsch et al., 2015]. Инфраструктурные факторы инновационного развития во многом определяют общий уровень социально-экономического развития субъектов Российской Федерации. Как правило, регионы, наиболее насыщенные инновационными инфраструктурными компонентами (Москва, Санкт-Петербург, республики Башкортостан и Татарстан), отличаются значительными показателями валового регионального продукта и высоким качеством жизни населения.

Цель исследования заключается в использовании ГИС-технологий для выявления и анализа пространственных закономерностей функционирования важных объектов производственно-технологической инфраструктуры (технопарков и инновационных территориальных кластеров) с точки зрения их динамики, организационно-правового статуса и численности занятых, а также определение перспектив развития этих объектов инновационной инфраструктуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В современных исследованиях не сложилось однозначного определения понятия «инновационная инфраструктура» [Соколов, Томилина, 2016; Goncalves, Peuckert, 2011]. В законодательных актах представлено предельно широкое определение этого вида инфраструктуры как совокупность объектов, организаций, предприятий и институтов, функция которых заключается в обеспечении инновационной деятельности. В научных публикациях инновационная инфраструктура определяется как составная часть национальной инновационной системы, включающая объекты, выполняющие функцию

доступа к тем видам ресурсов, которые необходимы для реализации инновационных проектов [Бабурин, Земцов, 2017; Feldman, 2005; Virudavolu, Nag, 2018]. В отдельных публикациях указывается присутствие в составе инновационной инфраструктуре системы управления (федеральной и региональной).

Обобщение различных определений понятия инновационной инфраструктуры позволил предложить следующий вариант данного термина. Инновационная инфраструктура — это целостная система технико-технологических объектов, информационных технологий, научных учреждений и образовательных организаций, финансовых учреждений, главная функция которых заключается в создании инноваций, их коммерциализации, вывода на рынок высокотехнологичной продукции и внедрения в реальные сектора экономики, что является необходимым условием национального и регионального инновационного развития, объединенных общими механизмами управления. Инфраструктурные объекты обеспечивают субъектам инноваций финансирование инновационных проектов, предоставляют в пользование офисы и рабочие площадки, высокотехнологичные приборы и оборудование и другой инструментарий для проведения исследований и разработок инновационного характера.

В статье главное внимание уделено выявлению пространственных закономерностей территориальной дифференциации объектов производственно-технологической инфраструктуры — инновационных территориальных кластеров и технопарков, которые вносят решающий вклад в создание, коммерциализацию и диффузию инноваций [Тесленок и др., 2014]. Большое значение при анализе инновационного развития регионов России имеют теоретико-методологические работы, которые посвящены методам исследования инновационного потенциала, выявлению и изучению пространственно-временных закономерностей и особенностей инновационных процессов [Бабурин, Земцов, 2017].

Особое внимание в современных публикациях уделяется особенностям формирования инновационных территориальных кластеров, направлениям перетоков научных знаний, проблеме развития образования в области управления инновационными проектами. В ряде работ обобщаются результаты функционирования и развития зарубежных и российских инфраструктурных объектов, анализируются территориальные различия и эффективность инновационной деятельности в европейских странах и регионах, исследуются наиболее эффективные технопарки и региональные инновационные кластеры в Северной Америке, Европе и Восточной Азии [Синергия пространства..., 2012]. В большинстве отечественных и зарубежных публикаций инфраструктурные компоненты рассматриваются как главные факторы социально-экономического развития, лидерства в области высоких технологий, обеспечивающие повышение качества жизни населения стран [Михайлов и др., 2012; Синергия пространства..., 2012; Куценко и др., 2017; Audretsch et al., 2015; Romer 2015; Kutsenko et al., 2017; Scranton, 2019]. Значительная часть научных работ посвящена проблеме функционирования и развития инновационных территориальных кластеров в экономически развитых странах Европы и Америки и их роли как средства региональной политики для выравнивания внутригосударственных территориальных различий в уровне социально-экономического развития [Синергия пространства..., 2012; Cooke, 2002; Moreno et al., 2006; Sunny, Shu, 2019]. В отечественных работах по исследованию кластерной политики выявляются актуальные тенденции формирования и развития кластеров на примере приморских регионов Европейской России под влиянием взаимовлияния инновационного, приморского и агломерационного факторов. Подчеркивается инновационная специализация приморских кластеров, обеспечивающих решение проблемы импортозамещения [Михайлов и др., 2020]. В других отечественных публикациях дается системный анализ кластерной политики в России на начальном этапе ее реализации и выявлены преимущества кластерного подхода перед другими формами организации производства [Куценко и др., 2017].

В большинстве современных исследований национальной и региональной инновационных систем и роли инфраструктуры в ее формировании и развитии наибольшее внимание уделяется решению следующих проблем:

- теоретико-методологические основы исследования инновационной инфраструктуры как междисциплинарного научного направления, включая определения этого термина [Бабурин, Земцов, 2017; Caiazza et al., 2015; Miguelez, Moreno, 2018; Hasan et al., 2018];
- роль отдельных компонентов инновационной инфраструктуры в диффузии инноваций и перетоков знаний как основы социально-экономического развития стран и регионов [Рейтинг инновационного развития, 2017; Рейтинг инновационных регионов, 2018; Moreno et al., 2006];
- анализ структуры и эффективности функционирования производственно-технологической инновационной инфраструктуры в разных странах и регионах [Cooke, 2002; Martin et al., 2015; Scholl, Brenner, 2016].

Результатом исследования было создание первого варианта специализированной геоинформационной системы (ГИС) «Технопарки и инновационные территориальные кластеры России» с целью последующего проведения ГИС-картографирования характеристик географического распределения основных характеристик этих объектов производственно-технологической инфраструктуры. Объектом ГИС-проекта являются территориальные образования в разрезе субъектов Российской Федерации, предметом — качественная и количественная оценка основных параметров развития технопарков и инновационных территориальных кластеров. Для оценки уровня инновационного развития регионов использованы результаты рейтинга регионов России, представленные Высшей школой экономики [Рейтинг инновационного развития, 2017] и Ассоциацией инновационных регионов России (АИРР) [Рейтинг инновационных регионов, 2018], материалы сайтов Ассоциации кластеров, технопарков и ОЭЗ России и «Карта кластеров России»¹. Состав и основные характеристики субъектов производственно-технологической инфраструктуры представлены на сайте «Инновации России» и исследованиях ассоциации кластеров и технопарков России. Данная ассоциация ежегодно осуществляет рейтинг технопарков России для выявления эффективности управления технопарками и оценки работы резидентов технопарков.

Дополнительная информация получена на сайтах Министерства экономического развития России, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, крупных технопарков и инновационных территориальных кластеров России. Эти данные отражают специализацию, показатели результативности инновационной деятельности, количественные показатели функционирования объектов инновационной инфраструктуры. Статистическая информационная основа исследования представлена материалами Федеральной службы государственной статистики, Высшей школы экономики, Ассоциации инновационных регионов в виде федеральных и региональных нормативно-правовых актов, регламентирующих инновационную деятельность.

На начальном этапе исследования были созданы базы данных пространственной дифференциации основных компонентов инновационной инфраструктуры: технопарков, инновационных территориальных кластеров, инжиниринговых центров, особых экономических зон внедренческого типа, центров трансфера технологий, бизнес-инкубаторов, центров коллективного пользования, технологических платформ. После получения соответствующих баз данных из статистических источников осуществлено

¹ Карта кластеров России. Электронный ресурс: <https://map.cluster.hse.ru/> (дата обращения 18.01.2023).

создание электронных баз данных специализированной ГИС «Технопарки и инновационные территориальные кластеры России» и проведены работы по проектированию их возможных вариантов и разработке их структуры на основе целевой ГИС-программы ArcGIS компании ESRI. Был создан соответствующий геоинформационный проект в ГИС-программе ArcGIS путем формирования спроектированных векторных слоев по регионам России, а также осуществлена общая настройка проекта и настройка его отдельных векторных слоев, в атрибутивных таблицах отражены поля с определенными ранее технологическими параметрами.

На следующем этапе исследований были спроектированы, реализованы, рассмотрены и проанализированы различные варианты картографической визуализации информации сформированных баз данных специализированной ГИС «Технопарки и инновационные территориальные кластеры». Пространственная географическая информация в форме цифровой информации ГИС использована для ее визуализации на основе их программных средств двумя традиционными способами: в виде электронной карты, отображаемой на видеозэкране монитора компьютера и компьютерной карты, предназначенной для вывода на принтер или плоттер. В результате реализации ГИС-проекта были подготовлены различные варианты созданной серии электронных и компьютерных карт на основе имеющихся пространственных баз данных. Синтетическим результатом реализации данного геоинформационного проекта явилась покомпонентная и интегральная типология регионов России по уровню развития инновационной производственно-технологической инфраструктуры.

Для визуализации полученных результатов использованы геоинформационные технологии. Дифференциация количественных параметров в базовой ГИС ArcGIS предусматривают четыре варианта автоматического ранжирования географических объектов при помощи цветовой шкалы — равномерных интервалов, квантилей, естественных границ, стандартных отклонений — по числовым атрибутам используемого показателя [MapInfo Professional, 2004; Earls, Dixon, 2007]. Кроме того, предусмотрено определение и разбиение границ на основе экспертного заключения пользователя. Во всех подходах ранжирования количественных показателей предусмотрена последовательность цветов шкалы легенды от минимального к максимальному путем увеличения интенсивности оттенков одного цвета. В данном исследовании экспертный подход использовался для определения границ между показателями.

Для картографирования уровня организационного развития и специализации территориальных технологических кластеров в регионах России был применен совмещенный способ картограммы и локализованных структурных диаграмм [MapInfo Professional, 2004]. Первый визуализировал показатель уровня организационного развития кластеров с их распределением по 5 группам (низкий; низкий и средний; средний; средний и высокий; высокий) и группой регионов с отсутствием кластеров. Второй отражает специализацию кластеров по 12 группам (аэрокосмическая промышленность; информационно-коммуникационные технологии; микроэлектроника и приборостроение; новые материалы; оборонная промышленность; производство среднетехнологичной продукции машиностроения; отрасли АПК; туризм; фармацевтика и биотехнологии; ядерные и радиационные технологии; лесная промышленность; прочие отрасли). Символ круговой диаграммы показывает все уникальные категории, связанные с объектом, соответствующим местоположению субъекта, а цвет сектора, отвечающий той или иной специализации, выбирается из палитры или вручную вводится его шестнадцатеричное значение.

На основе применения возможностей целевой ГИС-программы ArcGIS в разработанном специализированном ГИС-проекте «Технопарки и инновационные территориальные кластеры России» создана серия аналитических карт, отражающих и

визуализирующих различные аспекты функционирования технопарков и технологических кластеров в разрезе регионов Российской Федерации: распределение технопарков по регионам России; количество территориальных кластеров; количество участников территориальных кластеров; численность работников территориальных кластеров; уровень организационного развития территориальных кластеров; ключевая специализация территориальных кластеров; статус территориальных кластеров; год создания территориальных кластеров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ГИС «Технопарки и инновационные территориальные кластеры России» исследованы технопарки, которые являются важным компонентом производственно-технологической инфраструктуры, обеспечивающим инновационное развитие страны. Технопарк представляет собой особую локализованную территорию с определенным организационно-правовым статусом. Главная функция этой территории заключается в поддержке высокотехнологичных отраслей экономики, инновационного бизнеса; она имеет свою специализацию (реже встречаются многоотраслевые технопарки). В пределах этой территории имеется возможность льготного использования офисов, современных лабораторий, сборочных площадок, складов, цехов для экспериментального производства и создания полезных моделей и прототипов изобретений [Соколов, Томилина, 2016; Макара, Носонов, 2017; Torrisi, 2009; Goncalves, Peuckert, 2011; Hasan et al., 2018].

В мире имеется более 700 крупных технопарков, большая часть которых функционирует в Северной Америке, Восточной Азии и Западной Европе. Первым технопарком в соответствии с современным определением этого понятия можно считать Сибирский академгородок в Новосибирске, который возник еще в середине 50-х гг. XX в. В современной России первые технопарки начали создаваться в 1990-х гг. Они возникли на базе ведущих университетов страны: МГУ имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета, МИФИ, Уфимского государственного авиационного технического университета, Саратовского государственного технического университета, Нижегородского государственного технического университета [Синергия пространства, 2012; Соколов, Томилина, 2016; Макара, Носонов, 2017]. В дальнейшем стремительный рост количества технопарков наблюдался, начиная с 2006 г. (рис. 1), после выхода соответствующих нормативно-правовых актов.

В России функционирует около 150 технопарков в 45 регионах России. Наибольшее число технопарков в расчете на 1 млн населения сформировалось в регионах с наиболее благоприятными факторами инновационной деятельности — высоким уровнем социально-экономического развития, значительным научно-техническим потенциалом, выгодным экономико-географическим положением, исторически унаследованной технологической инфраструктурой и др. В соответствии с этим наибольшее число технопарков находятся в г. Москве и Московской обл., Свердловской обл., г. Санкт-Петербурге и Республике Татарстан — от 9 до 20 единиц [Макара, Носонов, 2017]. Число технопарков в расчете на 1 млн населения наивысшее в Калужской, Свердловской, Курганской, Астраханской, Ульяновской обл., в республиках Татарстан, Башкортостан, Мордовия, Саха (Якутия) — более 2 единиц (рис. 1). Больше половины технопарков принадлежат частным собственникам, около трети — государству и десятая часть имеют смешанную форму собственности. Площадь, занимаемая технопарками, составляет около 1 500 га, количество зарегистрированных резидентов — около 5 тыс. организаций, совокупная выручка резидентов технопарков в 2020 г. превышала 250 млрд руб., количество патентов на изобретения, полезные модели и программные продукты, зарегистрированных резидентами технопарков — более 1 тыс. единиц.

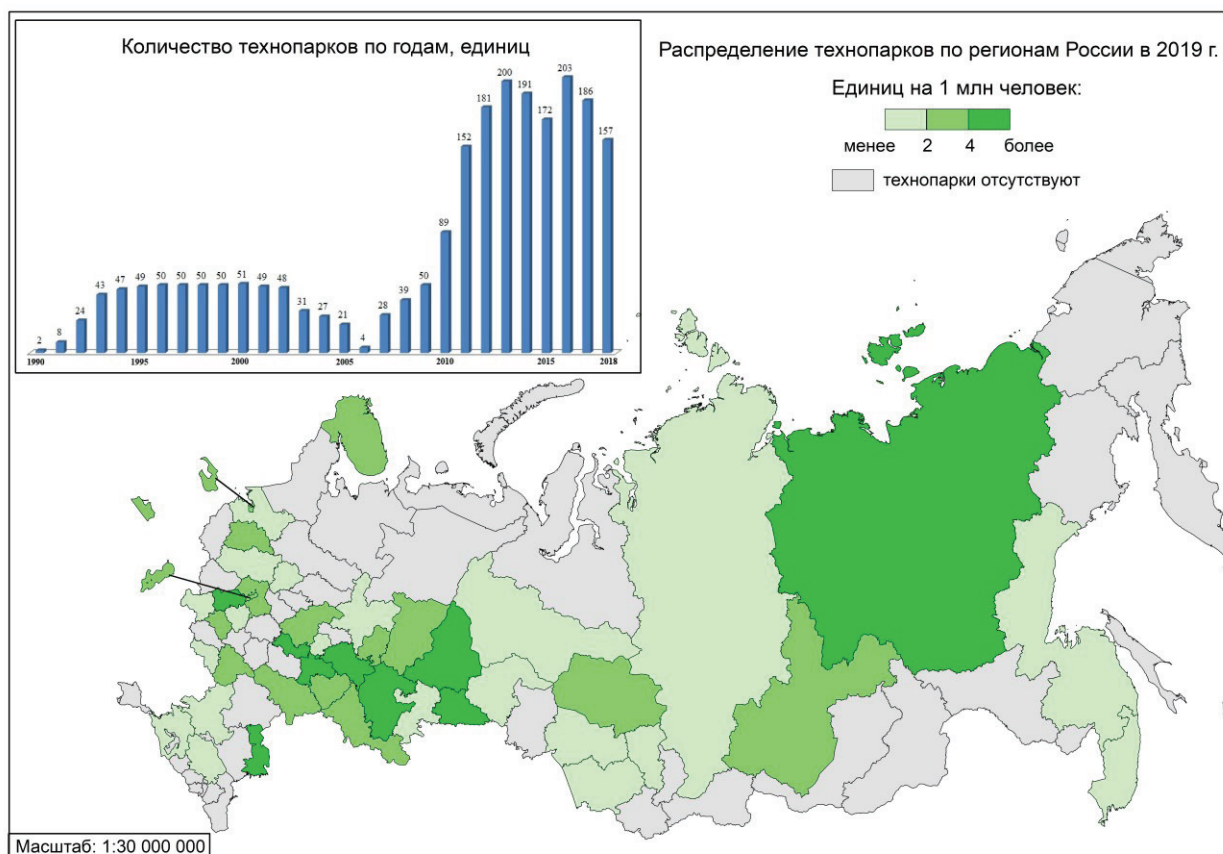


Рис. 1. Количество технопарков в регионах России в 2019 г., единиц на 1 млн населения
 Fig. 1. Distribution of technoparks by regions of Russia in 2019, units per 1 million population

Понятие «инновационный территориальный кластер» появилось лишь в 1970-х гг. Они получили широкое развитие в Западной Европе (более 50 % занятых в экономике и науке, большая часть патентов) и в США (около 35 % занятых в экономике и науке, половина доходов и более 90 % объектов интеллектуальной собственности). В России кластерные инициативы начали реализовываться с середины 90-х гг. XX в. Основными структурами, осуществляющими кластерную политику в России, являются федеральные органы власти — Министерство экономического развития России, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Кроме того, в ряде регионов России функционируют центры кластерного развития.

Организационное оформление инновационные территориальные кластеры получили в 2012 г. в рамках программы поддержки пилотных инновационных территориальных кластеров. На конкурсной основе из 94 заявок было отобрано 25 заявок на статус «пилотный инновационный территориальный кластер». В настоящее время их количество расширено до 27 (рис. 2). В России к 2020 г. создано более 100 кластеров в 46 регионах страны, в т. ч. 6 межрегиональных кластеров. В 39 регионах России инновационные территориальные кластеры отсутствуют. Наряду с пилотными инновационными территориальными кластерами существуют следующие виды федеральной поддержки кластерных структур: поддержка центром кластерного развития в рамках программы Минэкономразвития России по поддержке малого и среднего предпринимательства и включение в перечень промышленных кластеров, утверждаемый Минпромторгом России (рис. 2). Незначительная часть кластеров поддерживается только региональными органами

власти. Наибольшее количество кластеров размещено в регионах, которые отличаются высоким уровнем инновационного развития и значительным научно-техническим и производственным потенциалом: г. Санкт-Петербурге, г. Москве, Ростовской обл., Республике Татарстан, Алтайском крае и Воронежской обл. В Волгоградской, Томской, Омской, Брянской, Смоленской, Московской, Пензенской, Липецкой, Новгородской, Рязанской обл. и Пермском крае создано от 3 до 4 инновационных территориальных кластеров. В 18 регионах России расположено по 1, в 9 субъектах Российской Федерации по 2 кластера. Большая часть кластеров находится на начальной стадии формирования, пятая часть кластеров имеет средний уровень развития и лишь 10 % — высокий (рис. 2). Это свидетельствует, что в большинстве инновационных территориальных кластеров отсутствуют устойчивые производственные, технико-технологические, научные связи между субъектами кластеров либо они носят эпизодический, стохастический характер.

В функционировании кластеров участвуют около 4 тыс. инновационных предприятий, технопарков, научных и образовательных организаций. В большинстве регионов России количество субъектов инновационной деятельности, которые входят в состав кластерных структур, составляет нескольких десятков (от 1 до 100). Наибольшая территориальная концентрация участников кластеров отмечается в Республике Татарстан (более 500), г. Санкт-Петербурге (около 300), г. Москве, Новосибирской обл., Республике Башкортостан (более 200) (рис. 2).

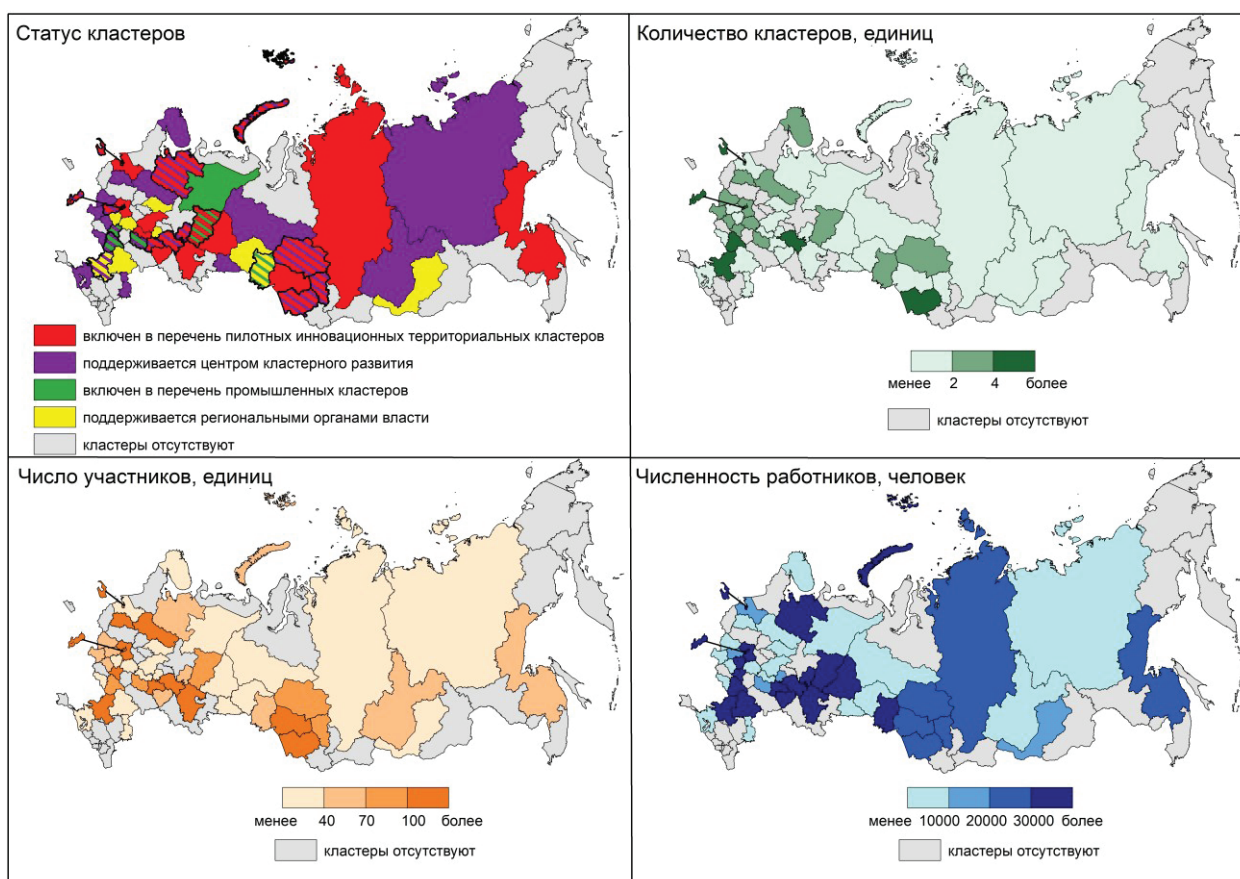


Рис. 2. Основные показатели по инновационным территориальным кластерам
Fig. 2. Main indicators for innovative territorial clusters

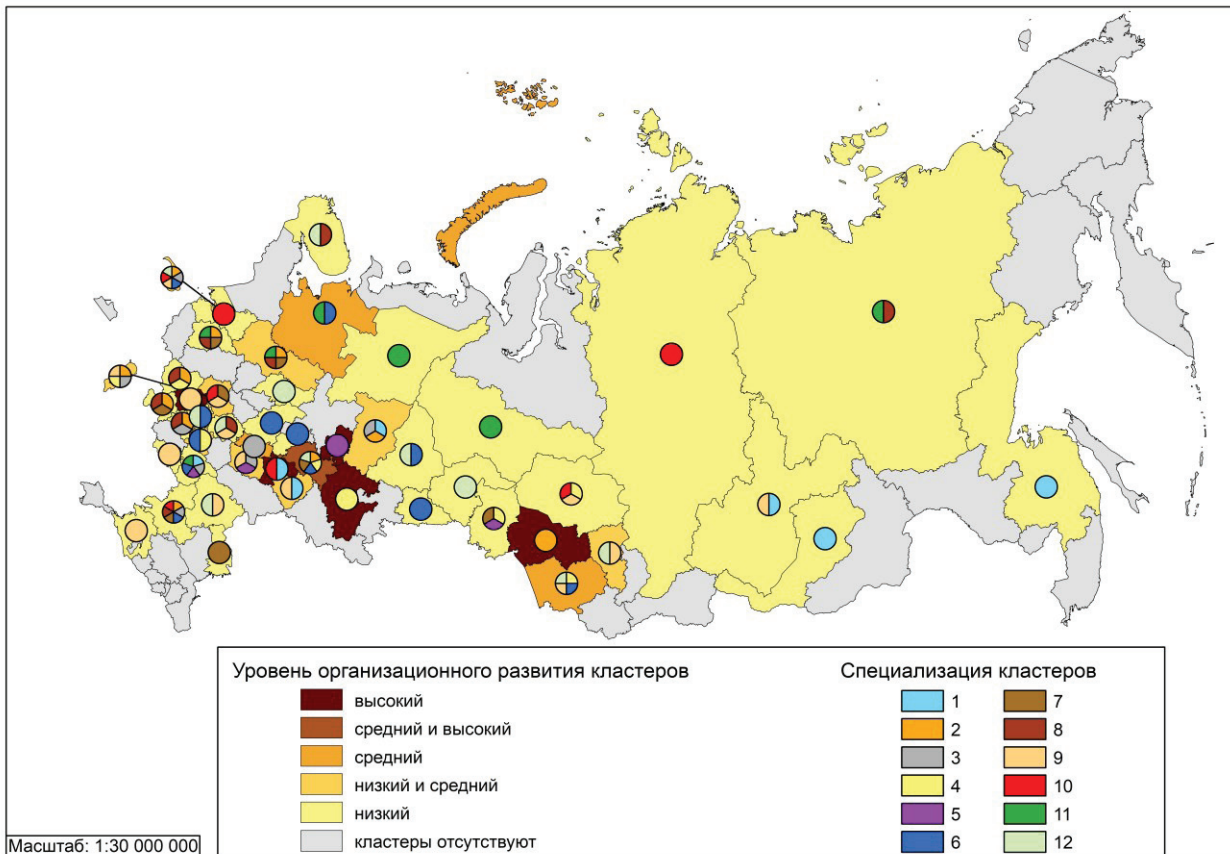


Рис. 3. Уровень организационного развития и специализация кластеров в регионах России. Специализация кластеров: 1 — аэрокосмическая промышленность; 2 — информационно-коммуникационные технологии; 3 — микроэлектроника и приборостроение; 4 — новые материалы; 5 — оборонная промышленность; 6 — автомобилестроение; 7 — производство пищевых продуктов; 8 — туризм; 9 — фармацевтика; 10 — ядерные и радиационные технологии; 11 — лесная промышленность; 12 — энергетика

Fig. 3. The level of organizational development and specialization of clusters in the regions of Russia. Cluster specialization: 1 — aerospace industry; 2 — information and communication technologies; 3 — microelectronics and instrumentation; 4 — new materials; 5 — defense industry; 6 — automotive industry; 7 — food production; 8 — tourism; 9 — pharmaceuticals; 10 — nuclear and radiation technologies; 11 — forestry industry; 12 — energy industry

Общая численность работников кластеров — около 1,5 млн чел. Это более 2 % занятых в экономике. Распределение их по регионам России крайне неравномерно. В преобладающем количестве кластеров насчитывается менее 1 тыс. работников. Наибольшее их количество сосредоточено в Татарстане (более 200 тыс. чел.), Москве, Санкт-Петербурге (более 100 тыс. чел.) (рис. 2). Самые крупные по числу занятых — это кластеры в оборонной и космической промышленности (Самарский аэрокосмический кластер, Удмуртский машиностроительный кластер, Инновационный территориальный кластер «Технополис «Новый Звездный») — более 155 тыс. чел., автомобилестроения (Камский инновационный кластер, Татарстан) — более 150 тыс. чел., фармацевтика (Инновационный территориальный кластер «ФИЗТЕХ XXI», Волгоградский фармацевтический кластер, Томский фармацевтический кластер и др.) — около 150 тыс. чел., судостроения (Архангельский инновационный кластер, Композитный кластер Санкт-Петербурга) — более 50 тыс. чел.

Инновационные территориальные кластеры представлены большим набором отраслей специализации¹ (рис. 3).

Специализация формируется под воздействием следующих факторов: наличие отдельных видов природных ресурсов (отрасли АПК, лесная, нефтяная, газовая промышленность, туризм), наличие высококвалифицированных трудовых ресурсов (аэрокосмическая промышленность, микроэлектроника, приборостроение, отрасли оборонно-промышленного комплекса, фармацевтика). На государственном уровне приоритетное развитие получили кластеры, специализирующиеся на производстве высокотехнологичных отраслях экономики, в которых Россия отстает от мировых лидеров: микроэлектроника и точное приборостроение, фармацевтика и биотехнологии, производство нано- и композитных материалов, производство среднетехнологичной продукции машиностроения и информационно-коммуникационных технологиях. Достаточно большое значение приобретают туристские инновации, что обусловлено необходимостью более активного освоения огромного внутреннего рекреационного рынка. Благодаря значительному количеству инноваций в отраслях АПК обеспечивается поддержание и укрепление высокого уровня обеспечения продовольственной безопасности страны.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования главных компонентов инновационной инфраструктуры на основе использования ГИС-технологий позволяют сформулировать следующие выводы.

1. Инновационная технико-технологическая инфраструктура является одним из важнейших факторов социально-экономического развития регионов России. Геоинформационные системы являются эффективным методом выявления и анализа пространственных закономерностей функционирования важных объектов производственно-технологической инфраструктуры с точки зрения их динамики, организационно-правового статуса, численности занятых и определения перспектив развития этих объектов инновационной инфраструктуры.
2. Благоприятными условиями создания и формирования региональных инновационных кластеров являются высокий уровень социально-экономического развития, насыщенность и диверсификация объектов технико-технологической инфраструктуры, степень инновационной активности промышленных предприятий, научный и образовательный потенциал региона, высокая квалификация трудовых ресурсов. Характерна большая пространственная неравномерность размещения территориальных инновационных кластеров. Большинство их сосредоточено на территории Европейской России, где наблюдаются наилучшая обеспеченность всеми компонентами инновационной инфраструктуры и высокий уровень развития информационных технологий.
3. Организационное оформление и формирование инновационных территориальных кластеров произошло в России значительно позже, чем в экономически развитых странах мира. Только в 2012 г. в рамках программы поддержки пилотных инновационных территориальных кластеров были созданы первые 25 кластеров. В дальнейшем отмечаются одни из самых высоких темпов кластеризации экономики в мире. В соответствии с компонентом кластерной концентрации Глобального инновационного индекса в 2018 г. Россия занимала 101-е место, в 2020 г. — 85-е, а в 2022 г. уже 54-е. Наряду с пилотными инновационными территориальными кластерами существуют следующие виды федеральной поддержки кластерных

¹ Карта кластеров России. Электронный ресурс: <https://map.cluster.hse.ru/> (дата обращения 18.02.2023).

структур: поддержка центром кластерного развития в рамках программы Минэкономразвития России по поддержке малого и среднего предпринимательства и включение в перечень промышленных кластеров, утверждаемый Минпромторгом России. Незначительная часть кластеров поддерживается только региональными органами власти.

4. Главной проблемой формирования развития инновационных территориальных кластеров является низкий уровень коммерциализации инноваций и их устаревание в процессе значительной протяженности внедрения в производство. В результате этого новые техника и технологии уже не соответствуют уровню решаемых материально-технических задач. Количество используемых передовых технологий во всех регионах страны значительно ниже числа разрабатываемых инновационных технологий, что свидетельствует о сильной акцепторности российской экономики, т. е. существенном преобладании используемых передовых производственных технологий над созданными в регионе инновациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин В.Л., Земцов С.П. Инновационный потенциал регионов России. М.: Университетская книга, 2017. 358 с.

Барина В.А., Земцов С.П., Сивак В.В., Сутырина Т.А. Региональная инновационная система Иркутской области. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 232 с.

Барина В.А., Мальцева А.А., Сорокина А.В., Еремкин В.А. Подходы к оценке эффективности функционирования объектов инновационной инфраструктуры в России. *Инновации*, 2014. № 3. С. 42–51.

Королева Л.П., Кандрашкина М.А. Инновационная инфраструктура: сущность и тенденции развития в Республике Мордовия. Системное управление, 2014. Вып. 3 (24). Электронный ресурс: http://sisupr.mrsu.ru/2014-3/PDF/Koroleva_L_P_Kandraskina_M_A.pdf (дата обращения 09.03.2023).

Куценко Е.С., Абашкин В.Л., Фияксель Э.А., Исланкина Е.А. Десять лет кластерной политики в России: логика ведомственных подходов. *Инновации*, 2017. № 12 (230). С. 46–58.

Макар С.В., Носонов А.М. Оценка и пространственные закономерности развития инновационной деятельности в регионах России. *Экономика. Налоги. Право*, 2017. Т. 10. С. 96–106. DOI: 10.26794/1999-849X-2017-10-4-96-106.

Михайлов А.С., Горочная В.В., Михайлова А.А., Плотникова А.П., Вольхин Д.А. Кластеры приморских регионов европейской части России. *Географический вестник*, 2020. № 4 (55). С. 81–96. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-4-81-96.

Михайлов А.С., Михайлова А.А. О возможностях российского участия в формировании трансграничных инновационных кластеров на Балтике. *Экономика, управление, финансы: Материалы II Междунар. науч. конф.* Пермь, 2012. С. 171–178. DOI:10.13140/2.1.4800.8007.

Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Вып. 5. М.: Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2017. 260 с.

Рейтинг инновационных регионов России Ассоциации инновационных регионов России. М.: АИРР, 2018. 54 с.

Рыбалкин В.В., Сутырина Т.А. Стратегия инновационного развития российских регионов. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2013. 316 с.

Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания. Смоленск: Ойкумена, 2012. 760 с.

Соколов Д.С., Томилина Н.С. Инновационная инфраструктура в современной России: понятие, содержание, особенности. *Инновационная наука*, 2016. № 1. С. 172–177.

Теребова С.В. Инновационная инфраструктура в регионе: проблемы и направления развития. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 2014. № 6 (36). С. 199–212. DOI: 10.15838/esc/2014.6.36.15.

Тесленок С.А., Носонов А.М., Тесленок К.С. Геоинформационное моделирование диффузии инноваций. *ИнтерКарто/ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение*. М., 2014. С. 159–169.

Audretsch D.B., Heger D., Veith T. Infrastructure and entrepreneurship. *Small Business Economics*, 2015. No. 44 (2). P. 219–230. DOI: 10.1007/s11187-014-9600-6.

Birudavolu S., Nag B. Regional factors influencing innovation. *Business Innovation and ICT Strategies*, 2018. P. 211–238. DOI: 10.1007/978-981-13-1675-3_8.

Caiazza R., Richardson A., Audretsch D.J. Knowledge effects on competitiveness: from firms to regional advantage. *The Journal of Technology Transfer*, 2015. V. 40. Iss. 6. P. 899–909. DOI: 10.1007/s10961-015-9425-8.

Cooke P. Biotechnology clusters as regional, sectoral innovation systems. *International Regional Science Review*, 2002. V. 25. No. 2. P. 8–37. DOI: 10.1177/016001760202500102.

Earls J., Dixon B. Spatial interpolation of rainfall data using ArcGIS: A comparative study. *Proceedings of the 27th Annual ESRI International User Conference*, 2007. V. 31. P. 1–9.

Feldman M.P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies. *Economics of innovation and new technology*, 1999. No. 8(1–2). V. 8. P. 5–25. DOI: 10.1080/10438599900000002.

Goncalves J., Peuckert J. Measuring the impacts of quality infrastructure: Impact theory, empirics and study design. *PTB Guide. Physikalisch-Technische Bundesanstalt*, 2011. V. 7. P. 5–44.

Hasan S., Klaiber H.A., Sheldon I. The impact of science parks on small- and medium-sized enterprises productivity distributions: The case of Taiwan and South Korea. *Small Business Economics*, 2018. P. 1–19. DOI: 10.1007/s11187-018-0083-8.

Kutsenko E., Islankina E., Abashkin V. The evolution of cluster initiatives in Russia: The impacts of policy, life-time, proximity and innovative environment. *Foresight*, 2017. V. 19. No. 2. P. 87–120. DOI: 10.1108/FS-07-2016-0030.

MapInfo Professional. User Manual (complete). MapInfo Corporation. New York: Troy, 2004. 659 p.

Martin R., Florida R., Pogue M., Mellander C. Creativity, clusters and the competitive advantage of cities. *Competitiveness Review*, 2015. V. 25. Iss. 5. P. 482–496. DOI: 10.1108/CR-07-2015-0069.

Migueluez E., Moreno R. Relatedness, external linkages and regional innovation in Europe. *Regional Studies*, 2018. V. 52. Iss. 5. P. 688–701. DOI: 10.1080/00343404.2017.1360478.

Moreno R., Paci R., Usai S. Innovation clusters in the European regions. *European Planning Studies*, 2006. V. 14. No. 9. P. 1235–1263. DOI: 10.1080/09654310600933330.

Romer P. M. Mathiness in the theory of economic growth. *American Economic Review*, 2015. V. 105. No. 5. C. 89–93. DOI: 10.1257/aer.p20151066.

Scholl T., Brenner T. Detecting spatial clustering using a firm-level cluster index. *Regional Studies*, 2016. V. 50. Iss. 6. P. 1054–1068.

Schumpeter J. Capitalism, socialism and democracy. London & New York: Taylor & Francis e-Library, 2003. 460 p.

Scranton P. Infrastructure: Reappraisal and reorientation. Enterprise, Organization, and Technology in China, 2019. P. 199–230. DOI: 10.1007/978-3-030-00398-2_7.

Sunny S. A., Shu C. Investments, incentives, and innovation: geographical clustering dynamics as drivers of sustainable entrepreneurship. Small Business Economics, 2019. V. 52. Iss. 4. P. 905–927. DOI: 10.1007/s11187-017-9941-z.

Tassey G. Modeling and measuring the economic roles of technology infrastructure. Economics of Innovation and New Technology, 2008. No. 17 (7–8). P. 617–631. DOI: 10.1080/10438590701785439.

Torrise G. Public infrastructure: definition, classification and measurement issues. Munich Personal RePEc Archive. MPRA Paper No. 12990, posted 25 January 2009. P. 2–34.

Wang X., Lv J., Wei C., Xie D. Modeling spatial pattern of precipitation with GIS and multivariate geostatistical methods in Chongqing tobacco planting region. China. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. P. 512–524.

REFERENCES

Audretsch D.B., Heger D., Veith T. Infrastructure and entrepreneurship. Small Business Economics, 2015. No. 44 (2). P. 219–230. DOI: 10.1007/s11187-014-9600-6.

Baburin V.L., Zemtsov S.P. Innovative potential of Russian regions. Moscow: University Book, 2017. 358 p. (in Russian).

Barinova V.A., Maltseva A.A., Sorokina A.V., Eremkin V.A. Approaches to assessing the effectiveness of the operation of innovation infrastructure facilities in Russia. Innovations, 2014. No. 3. P. 42–51 (in Russian).

Barinova V.A., Zemtsov S.P., Spivak V.V., Sutyryna T.A. Regional innovation system of the Irkutsk region. Moscow: Delo Publishing House RANEPА, 2015. 232 p. (in Russian).

Birudavolu S., Nag B. Regional factors influencing innovation. Business Innovation and ICT Strategies, 2018. P. 211–238. DOI: 10.1007/978-981-13-1675-3_8.

Caiazza R., Richardson A., Audretsch D.J. Knowledge effects on competitiveness: From firms to regional advantage. The Journal of Technology Transfer, 2015. V. 40. Iss. 6. P. 899–909. DOI: 10.1007/s10961-015-9425-8.

Cooke P. Biotechnology clusters as regional, sectoral innovation systems. International Regional Science Review, 2002. V. 25. No. 2. P. 8–37. DOI: 10.1177/016001760202500102.

Earls J., Dixon B. Spatial interpolation of rainfall data using ArcGIS: A comparative study. Proceedings of the 27th Annual ESRI International User Conference, 2007. V. 31. P. 1–9.

Feldman M.P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies. Economics of innovation and new technology, 1999. No. 8 (1–2). V. 8. P. 5–25. DOI: 10.1080/104385999000000002.

Goncalves J., Peuckert J. Measuring the impacts of quality infrastructure: Impact theory, empirics and study design. PTB Guide. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2011. V. 7. P. 5–44.

Hasan S., Klaiber H.A., Sheldon I. The impact of science parks on small- and medium-sized enterprises productivity distributions: The case of Taiwan and South Korea. Small Business Economics, 2018. P. 1–19. DOI: 10.1007/s11187-018-0083-8.

- Koroleva L.P., Kandrashkina M.A.* Innovative infrastructure: essence and development trends in the Republic of Mordovia. *System Management*, 2014. Iss. 3s (24). Web resource: http://sisupr.mrsu.ru/2014-3/PDF/Koroleva_L_P_Kandrashkina_M_A.pdf (accessed 09.02.2023) (in Russian).
- Kutsenko E.S., Abashkin V.L., Fiyaksel E.A., Islankina E.A.* Ten years of cluster politics in Russia: the logic of departmental approaches. *Innovations*, 2017. No. 12 (230). P. 46–58 (in Russian).
- Kutsenko E.S., Islankina E., Abashkin V.* The evolution of cluster initiatives in Russia: The impacts of policy, life-time, proximity and innovative environment. *Foresight*, 2017. V. 19. No. 2. P. 87–120. DOI: 10.1108/FS-07-2016-0030.
- Makar S.V., Nosonov A.M.* Evaluation and spatial patterns of development of innovation activity in the regions of Russia. *Economy. Taxes. Right*, 2017. V. 10. No. 4. P. 96–106 (in Russian). DOI: 10.26794/1999-849X-2017-10-4-96-106.
- MapInfo Professional. User Manual (complete). MapInfo Corporation. New York: Troy, 2004. 659 p.
- Martin R., Florida R., Pogue M., Mellander C.* Creativity, clusters and the competitive advantage of cities. *Competitiveness Review*, 2015. V. 25. Iss. 5. P. 482–496. DOI: 10.1108/CR-07-2015-0069.
- Miguellez E., Moreno R.* Relatedness, external linkages and regional innovation in Europe. *Regional Studies*, 2018. V. 52. Iss. 5. P. 688–701. DOI: 10.1080/00343404.2017.1360478.
- Mikhailov A.S., Gorochnaya V.V., Mikhailova A.A., Plotnikova A.P., Volkhin D.A.* Clusters of coastal regions of the European part of Russia. *Geographical Bulletin*, 2020. No. 4 (55). P. 81–96. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-4-81-96.
- Mikhailov A.S., Mikhailova A.A.* On the possibilities of Russian participation in the formation of cross-border innovation clusters in the Baltic. *Economics, Management, Finance: Proceedings of II International scientific conference*. Perm, 2012. P. 171–178. DOI: 10.13140/2.1.4800.8007.
- Moreno R., Paci R., Usai S.* Innovation clusters in the European regions. *European Planning Studies*, 2006. V. 14. No. 9. P. 1235–1263. DOI: 10.1080/09654310600933330.
- Rating of innovative development of subjects of the Russian Federation. Iss. 5. Moscow: National research University “Higher School of Economics”, 2017. 260 p. (in Russian).
- Rating of innovative regions of Russia by the Association of Innovative Regions of Russia. Moscow: AIRR, 2018. 54 p. (in Russian).
- Romer P.M.* Mathiness in the theory of economic growth. *American Economic Review*, 2015. V. 105. No. 5. P. 89–93. DOI: 10.1257/aer.p20151066.
- Rybalkin V.V., Sutyryna T.A.* Strategy of innovative development of Russian. Moscow: Delo Publishing House RANEPa, 2013. 316 p. (in Russian).
- Scholl T., Brenner T.* Detecting spatial clustering using a firm-level cluster index. *Regional Studies*, 2016. V. 50. Iss. 6. P. 1054–1068.
- Schumpeter J.* Capitalism, socialism and democracy. London & New York: Taylor & Francis e-Library, 2003. 460 p.
- Scranton P.* Infrastructure: Reappraisal and reorientation. *Enterprise, Organization, and Technology in China*, 2019. P. 199–230. DOI: 10.1007/978-3-030-00398-2_7.
- Sokolov D.S., Tomilina N.S.* Innovative infrastructure in modern Russia: Concept, content, features. *Innovative Science*, 2016. No. 1. P. 172–177 (in Russian).
- Sunny S.A., Shu C.* Investments, incentives, and innovation: Geographical clustering dynamics as drivers of sustainable entrepreneurship. *Small Business Economics*, 2019. V. 52. Iss. 4. P. 905–927. DOI: 10.1007/s11187-017-9941-z.

Synergy of space: Regional innovation systems, clusters and knowledge flows. Smolensk: Oikumena, 2012. 760 p. (in Russian).

Tassey G. Modeling and measuring the economic roles of technology infrastructure. *Economics of Innovation and New Technology*, 2008. No. 17 (7–8). P. 617–631. DOI: 10.1080/10438590701785439.

Terebova S.V. Innovative infrastructure in the region: Problems and directions of development. *Economic and social changes: facts, trends, forecast*, 2014. No. 6 (36). P. 199–212 (in Russian). DOI: 10.15838/esc/2014.6.36.15.

Teslenok S.A., Nosonov A.M., Teslenok K.S. Geoinformation modeling of diffusion of innovations. *InterCarto/InterGIS-20: Sustainable development of territories: cartographic and geoinformation support*. Moscow, 2014. P. 159–169 (in Russian).

Torrise G. Public infrastructure: Definition, classification and measurement issues. Munich Personal RePEc Archive. MPRA Paper No. 12990, posted 25 January 2009. P. 2–34.

Wang X., Lv J., Wei C., Xie D. Modeling spatial pattern of precipitation with GIS and multivariate geostatistical methods in Chongqing tobacco planting region. China. *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. P. 512–524.
