

Инновационный потенциал регионов России: типология, динамика и факторы

В статье рассматриваются различные методики и результаты оценки инновационного потенциала регионов России. Инновационный потенциал концентрируется в крупнейших ядрах-агломерациях, вокруг которых образуются инновационные ареалы с повышенной вероятностью создания новых технологий. Это подтверждается на основе нескольких оригинальных типологий регионов по их способности создавать и потреблять новые технологии.

Динамика показателей инновационного потенциала проанализирована на основе разработанного российского индекса знаний. Во всех регионах в 2000-е гг. формировались условия для развития экономики знаний, наблюдался процесс конвергенции, который не привел к изменению центр-периферийной структуры инновационного пространства России.

На основе расчета производственной функции выявлено, что на патентную активность регионов наибольшее влияние оказывают человеческий капитал регионов, расходы на НИОКР и патентный потенциал, который может быть индикатором перетока знаний. Затраты на НИОКР менее значимы, чем человеческий капитал, поэтому повышение этих расходов в 2000-х гг. не привело к повышению патентной активности.

Результаты могут применяться при определении приоритетов региональной инновационной политики.

Ключевые слова: инновационный потенциал регионов, центр-периферия, перетоки знаний, расходы на НИОКР, экономика знаний, производственная функция знаний, человеческий капитал, агломерационные и локализационные эффекты, региональная инновационная политика.

Введение

В условиях разворачивающейся в мире «инновационной» гонки принципиальной становится проблема концентрации усилий по поддержке инновационной активности в наиболее благоприятных ареалах. Одним из эффективных механизмов интенсификации создания и распространения новых технологий является формирование и развитие территориальных инновационных систем (Cooke, 1992; Tödtling, Trippl, 2005; Cooke и др., 2011; Синергия..., 2012). При этом политика должна быть направлена на выявление и поддержку территорий, обладающих наибольшим потенциалом. В развивающихся

странах инновационные центры зачастую создаются с целью трансфера технологий из-за рубежа, но в условиях санкций заимствования для России ограничены, поэтому актуальность изучения внутреннего потенциала российских регионов повышается.

Одной из задач Стратегии инновационного развития России¹ является выявление и поддержка региональных инновационных систем (РИС) и инновационно-территориальных кластеров (ИТК) (Пилотные..., 2013; Zemtsov и др., 2015). Поэтому в 2000-е гг. затраты на поддержку инновационной активности в России ежегодно росли, и в ведущих регионах создавалась необходимая инфраструктура (Барина и др., 2013). В некоторых регионах реализуются проекты федерального масштаба по созданию межотраслевых инновационных территориальных центров². Но несмотря на предпринятые усилия, наблюдается серьезное отставание российских регионов по уровню инновационного развития в сравнении с регионами-лидерами не только ЕС и США, но и ведущих развивающихся стран (Индия, Китай, Бразилия).

Целью работы является оценка инновационного потенциала регионов России с помощью типологии регионов, изучения динамики условий формирования экономики знаний и выявления факторов инновационной активности. Под «*инновационным потенциалом*» в работе понимается сложившееся сочетание естественноисторических условий, факторов развития региональных сообществ и инновационных ресурсов, которые могут быть использованы для ускорения инновационных процессов. Высокий потенциал повышает вероятность генерации и диффузии новых технологий.

1. Типология регионов России по потенциалу инновационного развития

Для первичной оценки инновационного потенциала регионов России может быть использована модель поля потенциала (Stewart, 1947; Гусейн-Заде и др., 1988; Бабурин, 2002). Метод основан на предпосылке о зависимости числа инноваций³ от числа новаций (выданных патентов на изобретения) и концентрации потенциальных инноваторов (городских жителей):

$$V_j = P_j + \sum P_i / D_{ji}, \quad (1),$$

¹ Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. NQ 2227-р

² Примером могут служить проекты ИНО Томск в Томской области (<http://tomsk.gov.ru/ru/regionalnoe-gazvitie/kontseptsiya-ino-tomsk>) и ИнноКам в Республике Татарстан (<http://innokam.ru/about>)

³ В исследовании под инновацией понимается коммерциализованный результат интеллектуальной деятельности человека (новый продукт), но за неимением данных преимущественно используются индикаторы патентной активности, которые скорее выражают новации (новые идеи, изобретения), значительная часть которых так и не будет реализована. Между числом новаций и инноваций существует нелинейная положительная связь. Например, в статье (Stevens, Burley, 1997) указывается, что из 100 международных патентов только один станет прорывной инновацией

где V_j – потенциал в столице региона j ; P_j и P_i – число выданных патентов на изобретения на 100 тыс. городских жителей j и i ; D_{ji} – расстояние от центра j до центра i , км. Крупнейшие агломерации и наукограды, где концентрируются научные кадры, являются источниками новых технологий, образуя вокруг себя патентное «поле» с повышенным инновационным потенциалом. На рис. 1 сравниваются результаты 1989 и 2010 гг.

Регионы б. СССР отличались высокой плотностью изобретений, но к 1999 г. инновационное пространство страны сжалось, распалось на ряд изолированных и слабо связанных ареалов; часть инновационных ядер остались за пределами России (Киев, Харьков, Минск, Алма-Ата). Снижение патентной активности в сравнении с 1989 г. наблюдается во всех регионах России; для Московского ядра она упала с 230 до 30 патентов / 100 тыс. гор. жителей в 1999 г., в 2000-е гг. активность возросла, но и в 2010 г. показатели Москвы (62 патента / 100 тыс. чел.) оставались ниже среднерегионального уровня СССР (92,3 патента / 100 тыс. чел.). Увеличиваются ареалы инновационной «пустыни» на северо-востоке.

Резкое падение патентной активности связано с разрушением советской национальной инновационной системы, включавшей в себя патентные офисы на крупнейших предприятиях, меры по поощрению изобретателей и внедрению патентов в производство, научно-производственные объединения и т.д. В 90-е гг. резко сократилось финансирование научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР).

Для России характерна концентрация инновационного потенциала в регионах с крупнейшими агломерациями. При этом концентрация и поляризация растут: в 2002 г. на четыре региона-лидера (Москва, Санкт-Петербург, Московская область и Республика Татарстан) приходилось 40% всех патентов, в 2010 г. – уже 50%.

Вместе со снижением активности происходит и падение качества выдаваемых патентов в ряде регионов. Доля коммерциализуемых патентов в России не превышает 7-8%. Дополнительным подтверждением низкого уровня патентов служит высокая волатильность патентной активности ряда регионов, в частности аномально высокие значения патентной активности в Ивановской области с 2006 г., когда резко увеличилась доля регистрируемых патентов среди заявок⁴.

⁴ По результатам патентного поиска (<http://www1.fips.ru/>) обнаружилось, что сотни патентов были зарегистрированы (большинство в составе команд изобретателей) д.т.н., профессором Ивановского государственного политехнического университета Щепочкиной Ю.А. Среди наиболее значимых изобретений (по данным о цитированиях Google Scholar (https://scholar.google.ru/scholar?as_vis=1&q=ю.а.+щепочкина&hl=ru&as_sdt=0,5)) можно отметить: «Способ получения композиции для приготовления напитка» (РФ №2497416), «Воздухоплавательный аппарат» (РФ №2387574), «Разъемная форма» (РФ №2508196) и «Бильярдный шар» (РФ №2546478)

В замкнутой инновационной системе б. СССР региональные инновационные системы (РИС) были взаимосвязаны в рамках креативно-акцепторных функций: одни выполняли функции творческих центров-доноров, а другие широко внедряли созданные технологии. В регионах современной России используются многочисленные внешние технологии, но подобное распределение функций сохраняется. Для типологии регионов применен кластерный анализ по пороговым значениям изобретательской активности и абсорбции инноваций (табл. 1).

Помимо выявленных выше креативных ядер-агломераций (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Самара, Казань) сохранили свои функции: Томская, Ульяновская, Саратовская, Калужская и Ярославская области (рис. 2). Большая часть Дальнего Востока превратилась в инновационную периферию, хотя в 1989 г. это были сильноакцепторные регионы благодаря реализации крупных проектов в добывающих и обрабатывающих отраслях, требовавших новых технологий. Сегодня к сильноакцепторным относятся регионы, активно использующие внешние инновации, в частности машиностроительные (Тверская, Ленинградская, Владимирская области) и регионы черной металлургии (Липецкая, Вологодская области). Крупные многоотраслевые регионы с машиностроительной специализацией (Тульская, Пермская, Нижегородская, Свердловская области и Красноярский край) генерируют большой поток инноваций, но значительную их часть заимствуют за рубежом.

Для оценки уровня инновационного развития регионов за рубежом разработаны индексы, учитывающие задействованные ресурсы и инновационный результат (Бортник и др., 2012; 2013б). Схожая методика используется в современных российских рейтингах (Рейтинг..., 2013; Рейтинг..., 2012; Отчет..., 2013; Земцов, 2009), хотя применение показателей статистики инновационной деятельности, собираемой Росстатом, без должной верификации может вести к существенным искажениям результата из-за недостоверности первичных данных⁵. В некоторых индексах отсутствуют процедуры сглаживания данных, хотя они включают большой набор индикаторов. Взаимное наложение несвязанных и пересечение сильно связанных индикаторов с неравномерным распределением искажает случайным образом и усредняет результат, что приводит к выделению 5-10 регионов-лидеров и 5-10 регионов-аутсайдеров. Описанные недостатки

⁵ Например, в статье (Бортник и др., 2013а) дана критика статистической формы «№ 4-инновация» Росстата и порядка ее заполнения (в частности низкие штрафные санкции), что ставит под сомнение целый ряд индикаторов, в том числе долю инновационной продукции и расходы на технологические инновации

приводят к необходимости отбора и верификации данных, которые должны быть устойчивы во времени и не должны противоречить научным представлениям⁶.

На основе индикаторов, используемых в зарубежных работах (Cooke и др., 1997; Carlsson и др., 2002; Doloreux, 2002; Florida, 2006; Zabala-Iturriagagoitia и др., 2007; Hollanders и др., 2009; Brenner, Broekel, 2011; Fritsch, Slavtchev, 2011; Бортник и др., 2012, 2013б), была составлена база данных из 40 показателей за 1998-2010 гг. (Регионы России, 2000-2013). Для редукции числа переменных был введен проверочный индикатор (число выданных отечественных патентов на 1000 занятых), позволивший отбросить показатели, которые не коррелируют (коэффициент корреляции ниже |0,1|) и сильно коррелируют (выше |0,9|) с ним; это также помогло на основе матрицы парных корреляций отбросить один из каждой пары взаимнокоррелирующих показателей.

С помощью метода главных компонент (Гуц, Фролова, 2010) все показатели были распределены на два фактора, при этом выявленные регионы-лидеры обладают максимально благоприятным сочетанием искомых индикаторов. Исходя из результатов анализа, инновационный потенциал – это сочетание креативного (фактор 1) и абсорбционного субпотенциалов (фактор 2) (Земцов и др., 2015), но для расчета индекса использованы лишь переменные, включенные в фактор 1 (формула 2), как хорошо интерпретируемые. Все показатели были нормированы по формуле линейного масштабирования («макс-мин»), но высокая асимметрия данных (более 0,5) привела к необходимости их трансформации путем возведения в степень⁷. Методика позволила отобрать те показатели, которые фактически уточняют патентную активность в регионах:

$$I_{IP} = \frac{I_{EGP}^{0,1} + I_{URB} + I_{HE}^{0,1} + I_E^{0,8} + I_{SC}^{0,4} + I_{PAT}^{0,1} + I_{WEB}^{0,001}}{7}, \quad (2)$$

где согласно приведенному ранее определению инновационного потенциала отражены естественноисторические условия: I_{EGP} – оценка экономико-географического положения (ЭГП)⁸; основные факторы развития сообщества: I_{URB} – доля городов с населением выше 250 тыс. чел. и I_{HE} – доля лиц с высшим образованием в общем числе занятых; основные компоненты региональной инновационной системы (РИС) по стадиям инновационного цикла: I_E – «образование» – численность студентов вузов на 10 тыс. чел.; I_{SC} – «НИОКР» –

⁶ Лидерами по ряду показателей (например, доля инновационной продукции в ВРП) являются слаборазвитые регионы Северного Кавказа

⁷ Теоретически это означает, что наблюдается падающая отдача от масштаба, что соответствует эмпирическим наблюдениям (например, Griliches, 1989)

⁸ Оценка ЭГП производилась с помощью индекса, представляющего собой среднее арифметическое бинарных значений по пяти показателям: столичный статус, наличие агломерации с миллионным населением, соседство с Москвой, центр федерального округа и приморское положение (теплое море). Каждое из данных условий повышает вероятность возникновения инновации в регионе (Бабурин, 2002)

доля занятых в НИОКР; I_{PAT} – «НИОКР» – число зарегистрированных патентов на 1000 занятых⁹; I_{WEB} – «производство» – доля организаций, имеющих веб-сайт.

Каждый из выявленных показателей ранее обсуждался в литературе (Griliches, 1984; Бабурин, 2002; Florida, 2006; Brenner, Broekel, 2011; Fritsch, Slavtchev, 2011). Показатель доли организаций, имеющих веб-сайт, хорошо обеспечен статистически, к тому же создание веб-сайта является процессной или маркетинговой инновацией. Высокие значения коэффициента корреляции индекса с результатами других рейтингов (Рейтинг..., 2012; Отчет..., 2013) также служат подтверждением оправданности выбора индикаторов.

Высокая концентрация креативного потенциала (рис. 3) в крупнейших агломерациях и научных центрах страны, являющихся одновременно и крупнейшими центрами обрабатывающей промышленности, подтверждает предыдущие выводы. Для ведущих регионов характерно наличие сложившихся РИС, в которых интенсивно создается федеральная инфраструктура. Вторую и третью группу составили крупногородские регионы с выгодным ЭПП: регионы с городами-«миллионерами» Урала, соседствующие с Московской¹⁰ и Санкт-Петербургской агломерациями и имеющие выход к внешним инновационным центрам. Необходима поддержка и всестороннее развитие РИС этих регионов. Для большинства срединных регионов при среднем значении потенциала (0,3 – 0,5) наблюдается слабое развитие отдельных компонентов РИС. Для этих регионов характерен разрыв между научной и производственной стадиями. Перспективным будет развитие инновационных кластеров в отдельных отраслях. В периферийных регионах (>0,3) отсутствуют несколько составляющих инновационного цикла в связи с низким уровнем развития и примитивной структурой экономики. Поэтому поддержка инновационной деятельности за счет федерального центра в них представляется нецелесообразной.

Инновационный потенциал включает не только способность создавать новые технологии, но и способность РИС внедрять и распространять их. Для оценки второй составляющей был составлен индекс инновативности регионов (I_{INOV}), выделяющий регионов-лидеров по скорости освоения новых технологий, а исходя из модели Э. Роджерса (Rogers, 2002) также учитывающий долю новаторов в сообществе по нескольким ИКТ за разные годы внедрения (подробнее см. Бабурин, Земцов, 2014):

⁹ Расходы на НИОКР сильно коррелировали с долей занятых в НИОКР, но слабее – с патентной активностью, поэтому этот показатель не был включен в конечный индекс

¹⁰ Вокруг Москвы, Санкт-Петербурга и Новосибирска (рис. 3) сформированы пояса регионов с высоким инновационным потенциалом, что может объясняться межрегиональным перетоком знаний, так как многие соседние регионы являются акцепторно-креативными (рис. 2). При этом соседи второго порядка чаще всего относятся к слабоакцепторным регионам со средненизким потенциалом, образуя внутреннюю инновационную периферию, откуда в «ядра» мигрируют инноваторы, а вместе с ними и новации

$$I_{INOV} = I_{M1999}^{0,25} + I_{I2009}^{0,25} + I_{MI2012}^{0,1}, \quad (3),$$

где I_{M1999} – доля пользователей сотовой связью в 1999 г., I_{I2009} – доля пользователей интернетом в 2009 г., I_{MI2012} – доля пользователей мобильным интернетом в 2012 г.

На рис. 4 регионы соотнесены по их способности к созданию и диффузии инноваций. Крупные агломерации одновременно являются центрами создания и ретрансляции инноваций. Приморские регионы, соседствующие с зарубежными центрами диффузии инноваций (Калининградская область, Приморский, Краснодарский край, Республика Карелия) также среди лидеров. К территориям с запаздывающей диффузией относятся регионы с невысокой плотностью населения (Север и Дальний Восток), а также с высокой долей сельского населения (Северный Кавказ и Центрально-Черноземный район). Распределение регионов соответствует факторами пространственной иерархической и соседской диффузии (Hagerstrand, 1969).

Типология регионов позволяет выявить ареалы концентрации инновационного потенциала, но для понимания процессов создания и распространения новых технологий необходимо подробнее проследить их динамику в период экономического роста 2000-х.

2. Динамика потенциала формирования экономики знаний в регионах России

Впервые термин «экономика знаний» предложен Ф. Махлупом (Machlup, 1962) для обозначения одного из секторов экономики. Согласно современным подходам (Bell, 1974; Powell, Snellman, 2004; Колесов, 2008; Комаров, 2012) экономика знаний – это этап развития, в котором знания становятся основным фактором экономического роста.

Индекс знаний и Индекс экономики знаний Всемирного банка общепризнанные методы эмпирических исследований экономики знаний в странах мира (Chen, Dahlman, 2005)¹¹. Первый индекс связан с инновациями, образованием и информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ) и измеряет способность стран применять, создавать и распространять знания. Второй учитывает также способность создавать условия для поступательного развития знаний. Для анализа динамики потенциала экономики знаний в регионах России в 1998 – 2012 гг. первая методика была адаптирована к существующим данным Росстата (Регионы России, 2000 – 2013):

$$RKI = \frac{GRP_gr + GRP_p_c + Stud + Educ + Research + PCT + Mob + Web_comp}{8} \quad (4),$$

где индикаторами развития экономики и благосостояния региона являются GRP_gr – темп прироста ВВП и GRP_p_c – ВВП на душу населения; индикаторы образования и

¹¹ Россия в 2012 г. занимала 55-е место из 146 стран; при применении сопоставимой методики ранг ряда регионов (в первую очередь, Москвы) мог бы быть выше

человеческого капитала: *Stud* – число студентов на 1000 жителей и *Educ* – среднее число лет обучения занятых¹²; индикаторы науки и инноваций: *Research* – число научных сотрудников на 10000 жителей и *PCT* – число PCT-заявок на 1 млн. жителей¹³; индикаторы информационной инфраструктуры: *Mob* – число сотовых телефонов на 100 человек¹⁴ и *Web_comp* – доля работников, обеспеченных компьютерами с выходом в интернет.

Нормирование показателей осуществлялось с помощью расчета рангового индекса¹⁵ R_i региона i в год t по следующей формуле (см., например, Zemtsov и др., 2015):

$$R_{i,t} = \frac{R_{low,T}}{R_T} \times 10 \quad (5)$$

где R_{low} – это число регионов с более низким рангом, чем регион i за период T (1998-2012 гг.) по рассматриваемому индикатору, а R_T – общее число регионов за период T (83 субъекта*15 лет=1245). При этом $0 < R < 10$. Затем определялось среднее арифметическое ранга региона по всем выбранным индикаторам.

Наибольшую роль в динамике Российского индекса знаний (далее – РИЗ) играют характеристики ВРП и ИКТ, которые росли на протяжении 2000-х гг. При анализе динамики РИЗ за 1998-2012 гг. выделено 6 типов регионов (рис. 5): знаниевые ядра (РИЗ > 6,5) – центры создания и распространения новых знаний с крупными агломерациями, наукогородами и академгородками (Москва, Санкт-Петербург, Московская, Самарская, Новосибирская и Томская области), субъядра (5,5 – 6,5) – центры ретрансляции инноваций на периферию с крупными обрабатывающими производствами (Нижегородская, Ростовская, Свердловская области, Хабаровский край), полупериферия (4,0 – 5,5) (большинство северных и регионов Центральной России), периферия (3,5 – 4,0) и регионы «незнания» (<3,5) (Северный Кавказ, юг Сибири, Читинская область) с примитивной структурой экономики, слабым развитием научно-образовательного комплекса и консервативным обществом. В целом регионы с крупными агломерациями находятся среди лидеров, что согласуется с представлениями о наличии агломерационных эффектов разнообразия деятельности (Jacobs, 1969) и локализации человеческого капитала в

¹² Среднее число лет обучения занятых (Штерцер, 2010) рассчитывалось по формуле $H = \sum n_c * Y_c$, где n_c – доля занятых, находящихся в образовательном цензе с.

¹³ Договор о патентной кооперации (англ. Patent Cooperation Treaty, PCT) – международный договор в области патентного права (URL: http://www.rupto.ru/mejd_sotr/sod/pct/nd_pst_blanks/article_1.html#pre)

¹⁴ Современные показатели проникновения сотовой связи, в первую очередь, являются индикатором проникновения интернет-устройств (смартфонов, планшетов и т.д.), что косвенно показывает и уровень проникновения новых интернет-технологий, онлайн-услуг и т.д.

¹⁵ Метод рангов показывает более устойчивое соотношение между регионами, чем интегральный индекс

крупных городах (Krugman, 1995). Также это соответствует иерархическому характеру диффузии ИКТ-продуктов (Hagerstrand, 1967; Rogers, 2002; Baburin, Zemtsov, 2014).

Фактически за период 1998-2012 гг. все регионы улучшили характеристики для развития экономики знаний (рис. 6), в особенности регионы-аутсайдеры. Из регионов со средним и высоким значением РИЗ (>5) наиболее высокие темпы продемонстрировали Воронежская область и Республика Татарстан, где была создана дополнительная инновационная инфраструктура, а также произошло улучшение инвестиционного климата. В целом разрыв между Москвой и остальными регионами сократился.

Полученные результаты подтверждает предыдущие выводы о центр-периферийной структуре инновационного потенциала России, слабо изменившейся за период экономического роста.

Для оценки современного уровня развития экономики знаний разработана оригинальная методика, учитывающая также качество жизни, включая экологическую ситуацию и развитие электронных услуг, как важные факторы формирования постиндустриального общества (табл. 2)¹⁶. Результаты показывают (рис. 7, 8), что экономика знаний (РИЭЗ >7,5) в ее комплексном понимании сконцентрирована в малом числе регионов (Москва, Санкт-Петербург, Краснодарский край, Новосибирская, Калужская области, Республика Татарстан и Московская область), сильно различающихся по отдельным составляющим индекса. При этом в Краснодарском крае и в Калужской области отсутствуют агломерации с населением свыше 1 млн чел., но первый лидирует по качеству жизни и экологической ситуации, а второй – по инновационному развитию и открытости органов государственной власти.

Динамика потенциала формирования экономики знаний позволяет проследить основные региональные тенденции, но не помогает понять определяющие их факторы.

3. Факторы инновационного развития регионов России

В научной среде идет дискуссия о том, на каком территориальном уровне следует изучать инновационные процессы (Feldman, 2000; Brenner, Broekel, 2011): национальном (Nelson, 1959; Lundvall, 2010), городском (Jacobs, 1969; Audretsch, 1998; Feldman, Audretsch, 1999) или на уровне фирм и конкретных людей (Brenner, Broekel, 2011)¹⁷. Изучение процессов в регионах основано на концепциях знаниевых экстерналий и неявных знаний. Особенность знаний в их неделимости, возможности использовать

¹⁶ При использовании существующих рейтингов возникает проблема мультиколлинеарности, частично решаемая методикой расчета (формула 5).

¹⁷ В работе (Srholec, 2010) показано, что факторы развития региональной инновационной системы заметно превышают внутрифирменные факторы инновационного развития

неограниченное число раз и ограниченной возможности исключить других агентов от пользования ими (Nelson, 1959). Поэтому инновационная деятельность одного агента порождает положительные внешние эффекты для других, так называемые знаниевые экстерналии, или «перетоки» знания (от англ knowledge spillover; Romer, 1990; Audretsch, Feldman, 2004)¹⁸. Часть знаний, «неявные знания» (Polanyi, 1966), не могут быть полностью формализованы, а передаются только «от учителя к ученику». В этих случаях локализация знаний и их генерация происходят на локальном и региональном уровнях¹⁹, поэтому регионы выступают как основной объект исследований.

Современные работы по оценке факторов инновационной деятельности преимущественно основаны на использовании производственной функции знаний (ПФЗ) (Feldman, Florida, 1994; Штерцер, 2005; Мариев и др., 2006; Zabala-Iturriagagoitia и др. 2007; Fritsch, Slavtchev, 2011), предложенной П. Ромером и Ц. Грилихесом в конце 80-х гг. (Griliches, 1984; Romer, 1990). ПФЗ описывают зависимость инновационной активности от человеческого капитала, имеющегося запаса знаний и затрат. Тестируемая в работе модель (Бабурин, Земцов, 2014) включает следующие факторы, рассмотренные ранее:

$$\begin{aligned} \ln(Pat_act_i) = & \beta_0 + \beta_1 \times \ln(Human_Cap_i) + \beta_2 \times \ln(Pat_stock_i) + \\ & + \beta_3 \times \ln(RnD_exp_i) + \beta_4 \times \ln(RnD_empl_i) + \beta_5 \times \ln(Pat_potential) \\ & + \beta_6 \times \ln(Urban) + \beta_7 \times \ln(Unr_variety) + \beta_8 \times (Ind_conc) + \beta_9 \times \ln(Pop_dens) + \varepsilon \end{aligned} \quad (10)$$

где i – регион; Pat_act – инновационная активность: Pat_rus – число российских заявок на патенты на млн чел., Pat_PCT – число международных заявок на патенты на 10 млн чел.; $Human_cap$ – человеческий капитал: $High_educ$ – доля занятых с высшим образованием, $Educ_year$ – среднее число лет обучения занятых; Pat_Stock – накопленные знания: число использованных патентов кумулятивно с 1994 г.; RnD_exp – затраты на НИОКР по видам исследований: RnD_basic – фундаментальные, RnD_appl – прикладные, RnD_dev – разработки; $Pat_potential$ – оценка перетока знаний (формула 1); $Urban$ – доля городских жителей, $Unr_Variety$ – агломерационный эффект разнообразия занятости (индекс энтропии Шеннона); Ind_conc – локализационные эффекты концентрации промышленности (индекс Херфиндаля-Хиршмана (Земцов, 2013)).

В моделях для верификации использованы две зависимые переменные, связанные с российскими (схожая структура с рис. 1) и международными патентными заявками. Распределение патентных РСТ-заявок более сконцентрировано в крупнейших

¹⁸ Переток знания – процесс, при котором «знание, созданное одной компанией, может быть использовано другой без компенсации, или с компенсацией меньшей, чем стоимость самого знания» (Синергия..., 2012)

¹⁹ Число знаниевых экстерналий, индикатором которых в работе (Jaffe и др., 1992) выступают патентные цитаты, существенно уменьшается в США при достижении расстояния в 100 миль (около 160 км)

агломерациях с развитой обрабатывающей промышленностью²⁰. Для целей верификации регионы, значение коэффициента вариации национальной патентной активности в которых с 1998 по 2012 гг. было выше 0,4, исключены из регрессии.

Основными факторами патентной активности регионов России (табл. 3) являются: человеческий капитал (*High_educ*) и расходы на НИОКР (*RnD_exp*), как и предполагалось в модели ПФЗ. Несмотря на продолжающиеся процессы обесценивания российского образования, доля занятых с высшим образованием – по-прежнему важный фактор инновационной активности, при этом расходы на НИОКР менее значимый фактор. Увеличение расходов на НИОКР на 1% приведет к росту патентной активности лишь на 0,05%, в то время как увеличение человеческого капитала – на 0,27%. В моделях без учета перетока знаний (патентного потенциала), важен запас знаний (*Pat_stock*), который в нашем случае также может интерпретироваться и как реализованный спрос на инновации. Чем больше промышленность потребляла интеллектуальную собственность в более ранний период, тем выше вероятность возникновения новых технологий.

При введении в модель патентного потенциала он оказывается наиболее значимой переменной. Это косвенно может свидетельствовать о потенциальных межрегиональных перетоках знаний (совместные проекты, конференции, обучение, обмен сотрудниками и студентами и т.д.), особенно в европейской части страны, что уже отмечалось в первом пункте. Важна также доля горожан как основных инноваторов, так как жители сельской местности практически не создают новых технологий.

Результаты расчета второй модели для РСТ-заявок (табл. 4) подтверждают выявленные закономерности. Но в качестве переменной человеческого капитала более значимой оказалось среднее число лет обучения, так как индикатор лучше измеряет общий уровень технических знаний²¹ в сообществе, а в качестве затрат – расходы на прикладные НИОКР, так как именно они позволяют получать качественные объекты интеллектуальной собственности, которые будут коммерциализированы.

Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать ряд выводов.

- Наблюдается ярко выраженная центрo-периферийная модель формирования инновационного потенциала России. Столичный регион и окружающие его территории Волжско-Окского междуречья были, есть и, по-видимому, будут в дальнейшем выступать

²⁰ Заметим, что в среднем регистрируется не менее 50% от РСТ-заявок, большинство патентов впоследствии коммерциализируется собственниками или продается, что свидетельствует о их высоком качестве

²¹ Многие технические специалисты не получали высшее образование

в качестве крупнейшего инновационного ареала России. Другие крупнейшие агломерации (включая Санкт-Петербургскую, Новосибирскую, Самарскую и др.) также являются центрами генерации и диффузии инноваций, но образуют ареалы меньших размеров.

- После распада СССР единое инновационное пространство распалось на ряд менее связанных центров, повысилась концентрация в ключевых ареалах, снизилось разнообразие функций, образовалась обширная и «безжизненная» периферия. Можно утверждать, что в фазу подъема патентное поле городов усиливается, расширяется его ареал и повышается плотность, а в кризис оно ослабевает, размывается и поляризуется. Эти негативные процессы не преодолены, несмотря на рост затрат на НИОКР в 2000-х гг.

- Сохраняется распределение регионов по креативно-акцепторным функциям, существовавшее в б. СССР, но уже можно говорить об «островках» инновационной активности в «море» заимствуемых зарубежных инноваций.

- В результате соотнесения регионов России по потенциалу создания инноваций и инновативности, или способности осваивать новые технологии быстрее конкурентов, были выявлены приоритетные регионы для государственных и частных корпораций, которые ищут место для создания научно-исследовательских лабораторий, а также ориентированы на быстрое внедрение новых продуктов и услуг.

- С помощью адаптированной методики Всемирного банка выявлены основные регионы-лидеры по потенциалу формирования экономики знаний, к которым относятся две столичные агломерации, Томская, Новосибирская, Самарская области и Республика Татарстан. Во всех регионах России в 2000-е гг. формировались условия для развития экономики знаний, наблюдался процесс частичной конвергенции регионов, который не изменил центр-периферийную структуру инновационного потенциала.

- На патентную активность регионов наибольшее влияние оказывают человеческий капитал регионов, расходы на НИОКР и запас внедренных знаний. Если в функцию включить патентный потенциал, то он станет наиболее значимым фактором, что указывает на концентрацию патентной активности в отдельных ареалах, включающих в себя несколько регионов, между которыми возможны перетоки знаний. Затраты на НИОКР менее значимы, повышение этих расходов в 2000-х гг. не привело к повышению патентной активности. Частично это произошло из-за низкой эффективности расходования средств: душевое распределение средств, низкая доля расходов на закупку оборудования и материалов. Но это также свидетельствует, что качество человеческого капитала важнее, а современная демографическая ситуация в сфере НИОКР (старение

кадров, урезанная половозрастная пирамида в средних возрастах и т.д.) не располагает к существенному росту инновационной активности даже в условиях роста затрат.

- Основные проблемы регионального инновационного развития связаны с повышающейся концентрацией инновационного потенциала, несмотря на экономический рост и формирование условий для развития экономики знаний во многих регионах в 2000-е гг., а также с процессами ухудшения качества результатов интеллектуальной деятельности, вызванное снижением качества человеческого капитала, несмотря на увеличение финансирования НИОКР и активное развитие инфраструктуры.

Список литературы

Бабурин В.Л. Инновационные циклы в Российской экономике / Изд. 4-е, испр. и доп. М., КРАСАНД, 2010.

Бабурин В.Л. Эволюция российских пространств: от Большого взрыва до наших Дней (инновационно-синергетический подход). М.: УРСС, 2002.

Бабурин В.Л., Земцов С.П. География инновационных процессов в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 5. С. 25–32.

Бабурин В.Л., Земцов С.П. Оценка эффективности региональных инновационных систем в России / Модернизация и инновационное развитие экономических систем: коллективная монография под ред. В.Л. Матюшка. – М.: РУДН. 2014. С. 18-36

Бабурин В.Л., Земцов С.П. Регионы-новаторы и инновационная периферия России. Исследование диффузии инноваций на примере ИКТ-продуктов // Региональные исследования. 2014. № 3. С. 27-37

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 (185). С. 2-11.

Бобылев С.Н., Минаков В.С., Соловьева С.В., Третьяков В.В. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели для расчета // WWF России, РИА Новости. 2012 г.

Бортник И., Зинов В., Коцюбинский В., Сорокина А. Вопросы достоверности статистической информации об инновационной деятельности в России // Инновации. 2013. №10 (180), 2013. С. 10-17.

Бортник И.М., Зинов В.Г., Коцюбинский В.А., Сорокина А.В. Индикаторы инновационного развития регионов России для целей мониторинга и управления // Инновации. №11. 2013. С. 2-13.

- Бортник И.М., Сенченя Г.И., Михеева Н.Н., Здунов А.А. Система оценки и мониторинга инновационного развития регионов России // Инновации. 2012. № 9. С.25-38.
- Гусейн-Заде С.М., Михеева В.С., Ханин С.Е. Моделирование территориальных социально-экономических систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1988. № 3. С. 14 – 20.
- Гуц А.К., Фролова Ю.В. Математические методы в социологии. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. 216 с.
- Земцов С.П. Инновационная зона как территориальная модель модернизации экономики России // Региональные исследования. 2009. № 4-5 (25). С. 14 – 23.
- Земцов С.П. Опыт выявления и оценки потенциала инновационных кластеров (на примере отрасли «Рациональное природопользование») // Региональные исследования. 2013. № 2 (40). С. 12–19.
- Земцов С.П., Бабурин В.Л., Барина В.А. Как измерить неизмеримое? Оценка инновационного потенциала регионов России // Креативная экономика. №1 (97). 2015. С. 35 – 53.
- Колесов В.П. Экономика знаний. Коллективная монография. М., 2008
- Комаров В.М. Основные положения теории инноваций. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012. 190 с.
- Мариев О.С., Решетова Я.М., Савин И.В. Факторы развития инновационной системы российских регионов. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2006
- Отчет «Система оценки инновационного развития субъектов Российской Федерации» / Ассоциация инновационных регионов России. URL: (09.09.13): <http://www.i-regions.org/upload/iblock/d30/d30b4bb8d3c88d93159613f0a61c4260.pdf>.
- Пилотные инновационные территориальные кластеры в Российской Федерации / под ред. Л.М. Гохберга, А.Е. Шадрина. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013.
- Программа развития ООН: Развитие человеческого потенциала в регионах России в 2013 году. URL: <http://gtmarket.ru/news/2013/06/17/6014>
- Регионы России. 2000-2013. Статистический сборник. М., Росстат, 2013.
- Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации: аналитический доклад / под ред. Л.М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ, 2013. 100 с.
- Рейтинг инновационной активности регионов 2011 / Национальная ассоциация инноваций и развития информационных технологий. URL: (09.09.13): <http://www.nair-it.ru/news/19.06.2012/334>.

- Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания / Отв. ред. А. Н. Пилясов. – Смоленск: Ойкумена, 2012. 760 с.
- Штерцер Т. А. Роль человеческого капитала в экономическом развитии регионов РФ // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. 2006. №6(2). С. 37-51.
- Штерцер Т.А. Эмпирический анализ факторов инновационной активности в субъектах Российской Федерации // Вестник НГУ. Серия: социально-экономические науки. 2005. Т. 5. Вып. 2. URL: http://www.nsu.ru/exp/ref/Media:4ef1a2788846c8c01300028210_Shterzher.pdf
- Asheim B., Isaksen A. Regional innovation systems: the integration of local 'sticky' and global 'ubiquitous' knowledge // Journal of technology transfer. 2002. Vol. 27. P. 77-86.
- Audretsch B. Agglomeration and the location of innovative activity. Oxford review of economic policy. 1998. № 14(2). P. 18-29.
- Audretsch D., Feldman M. Knowledge spillovers and the geography of innovation // Handbook of regional and urban economics. 2004. P. 2713-2739.
- Baburin V., Zemtsov S. Innovation potential of regions in Northern Eurasia // Proceedings of the 53rd Congress of the European Regional Science Association. – Palermo: University of Palermo, 2013. № 00546
- Baburin V., Zemtsov S. Diffusion of ICT-products and "five Russias" // Uddevalla Symposium 2014: Geography of Growth, The Frequency, Nature and Consequences of Entrepreneurship and Innovation in Regions of Varying Density. University West Trollhättan, Sweden. 2014
- Bell D. The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting. London: Heinemann. 1974.
- Boschma R. Proximity and innovation: a critical assessment // Regional studies. 2005. №39(1), P. 61-74
- Brenner T., Broekel T. Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units // Industry and Innovation. 2011. №18(1). P. 7-37.
- Carlsson B., Jacobsson S., Holmén M., Rickne A. Innovation systems: analytical and methodological issues // Research policy. 2002. №31(2). P. 233-245.
- Chen D., Dahlman C. The knowledge economy, the KAM methodology and World Bank operations. World Bank Institute Working Paper, (37256). 2005.
- Cooke P. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. // Geoforum. 1992. № 23.
- Cooke P., Asheim B., Boschma R., Martin R., Schwartz D., Tödtling F. (Eds.). Handbook of regional innovation and growth. Edward Elgar Publishing. 2011

- Doloreux D. What we should know about regional systems of innovation. *Technology in society*. 2002. №24(3). P. 243-263.
- Feldman M. *The Geography of Innovation*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 1999.
- Feldman M., Audretsch D. Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition // *European economic review*. 1999. №43(2). P. 409-429.
- Feldman M., Florida R. The Geographic Sources of Innovation: Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States // *Annals of the association of American Geographers*. 1994. LXXXIV. P. 210-229.
- Florida R. The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent // *Liberal Education*. 2006. №92(3). P. 22-29.
- Fritsch M., Slavtchev V. Determinants of the efficiency of regional innovation systems // *Regional Studies*. 2011. №45(7). P. 905-918.
- Griliches Z. *R&D, patents, and productivity*. Chicago: University of Chicago. 1984.
- Hagerstrand T. *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. Chicago. 1967
- Hollanders H., Tarantola S., Loschky A. *Regional Innovation Scoreboard (RIS) 2009*. Pro Inno Europe, 2009. URL: <http://www.proinno-europe.eu/page/regional-innovation-scoreboard>.
- Jacobs J. *The Economy of Cities*. New York: Random House. 1969
- Jaffe A. The Real Effects of Academic Research // *American Economic Review*. 1989. №79. P. 957-970.
- Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations // *National Bureau of Economic Research*. No. w3993. 1992.
- Krugman P. *Development, geography, and economic theory*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. 1995.
- Lundvall B.Å. (Ed.). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning (Vol. 2)*. Anthem Press. 2010
- Machlup F. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press. 1962.
- Nelson R. The simple economics of basic scientific research // *Journal of Political Economy*. 1959. № 67 (3). P. 297–306
- Polanyi M. *The Tacit Dimension*. Chicago: University of Chicago Press. 1966
- Porter M. *On Competition*. Boston, MA, Harvard Business School Press, 1998.
- Powell W., Snellman K. The knowledge economy // *Annual review of sociology*. 2004. №30. P. 199-220.
- Rogers E. *Diffusion of Innovations (5th ed.)*. New York: Free Press. 2002.

- Romer P. Endogenous technological change // *Journal of Political Economy*. 1990. №98(5). P. 71 – 102.
- Srholec M. A multilevel approach to geography of innovation // *Regional Studies*. 2010. №44(9). P. 1207-1220.
- Stevens G., Burley J. 3000 raw ideas = 1 commercial success // *Research Technology Management*. 1997. №40(3). P. 16-27.
- Stewart J. Empirical Mathematical Rules Concerning the Distribution and Equilibrium of Population // *Geographical Review*. 1947. Vol. 37. P. 461-486.
- Tödting F., Trippel M. One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach // *Research Policy*. 2005. №34. P. 1023-1209.
- Zabala-Iturriagoitia J., Voigt P., Gutierrez-Gracia A., Jimenez-Saez F. Regional innovation systems: how to assess performance // *Regional Studies*. 2007. №41(5). P. 661-672.
- Zemtsov S.P., Pavlov P.N., Sorokina A.V. Specifics of Cluster Policy in Russia // *Institute of Economic Research Working Papers*, No. 105. 2015.

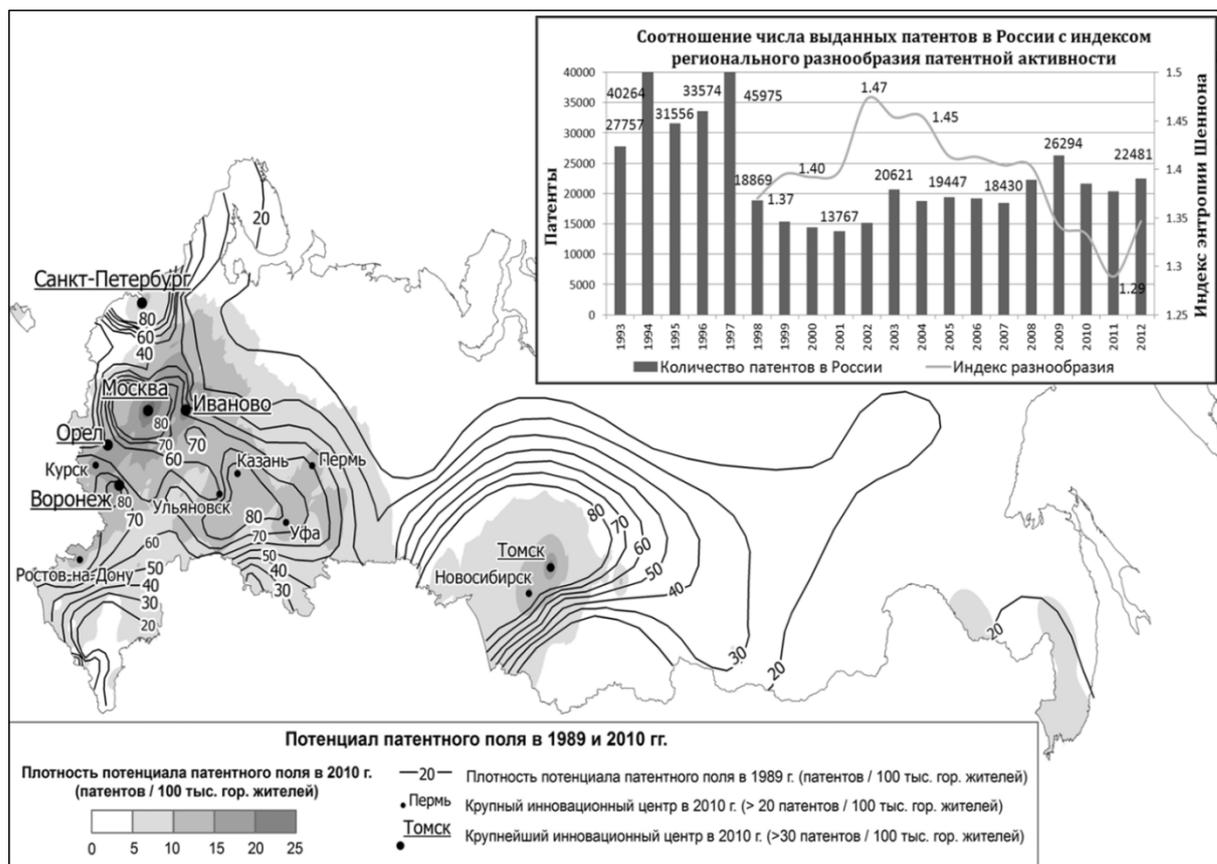


Рисунок 1. Сравнение потенциалов патентного поля регионов в 1989 и 2010 гг.
Примечание. На врезке изображена динамика и индекс регионального разнообразия (индекс Шеннона) патентной активности в регионах России (см. Бабурин, 2002; Бабурин, Земцов, 2013)

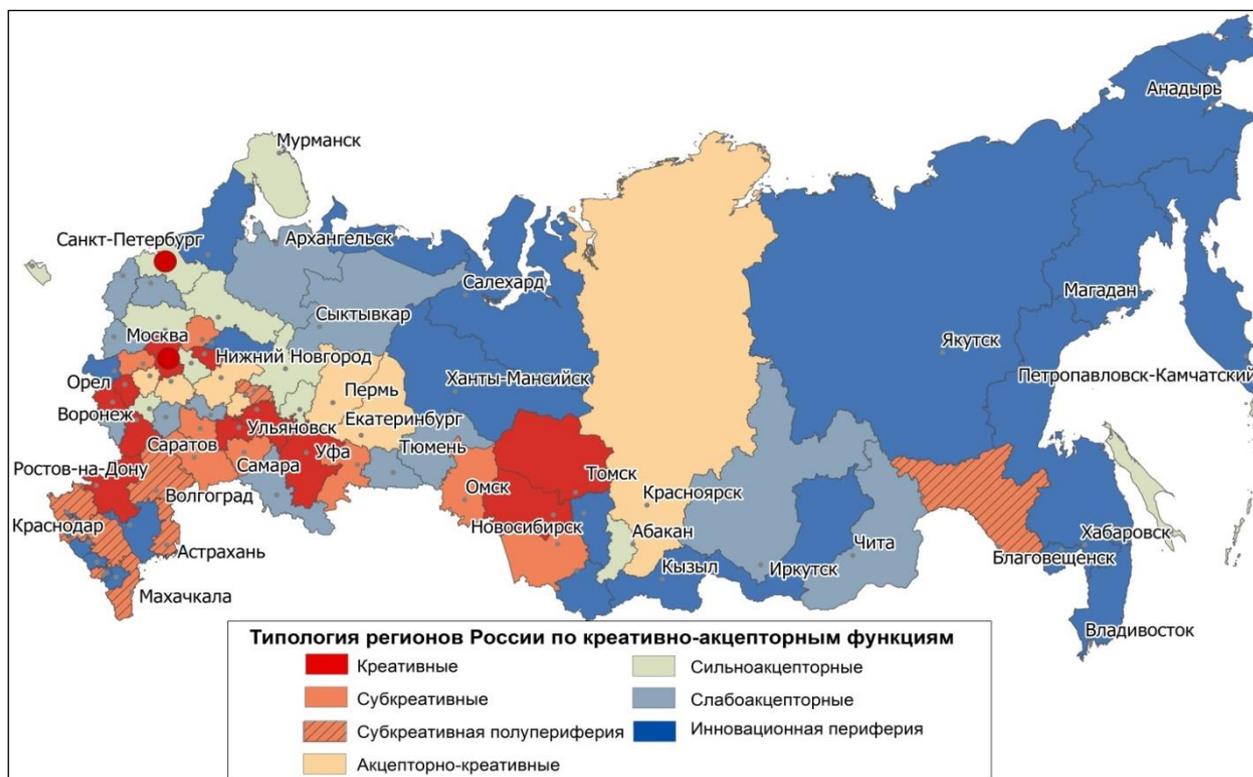


Рисунок 2. Типология регионов России по креативно-акцепторным функциям в 2007-2012 гг.

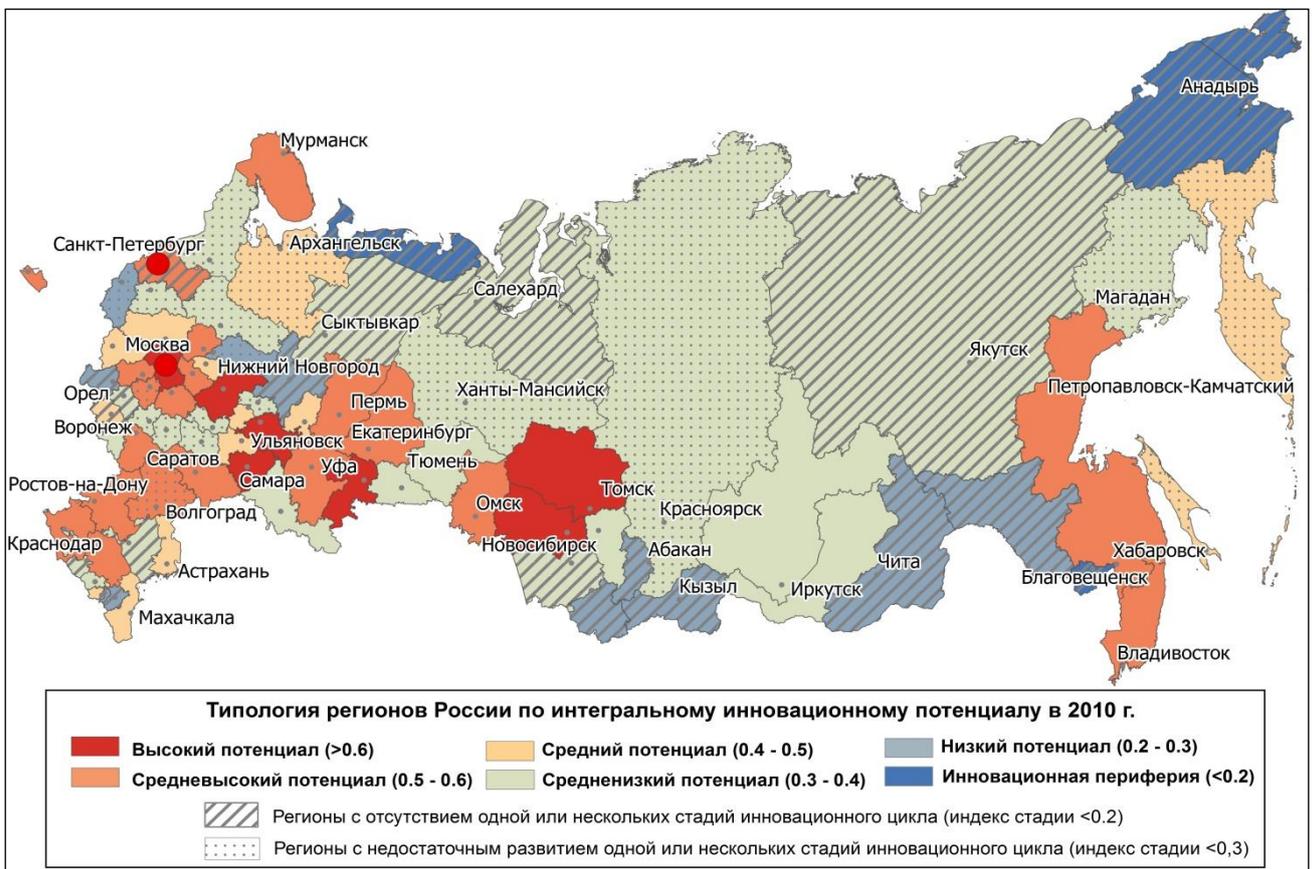


Рисунок 3. Типология регионов России по креативности на основе интегрального индекса инновационного потенциала в 2010 г.

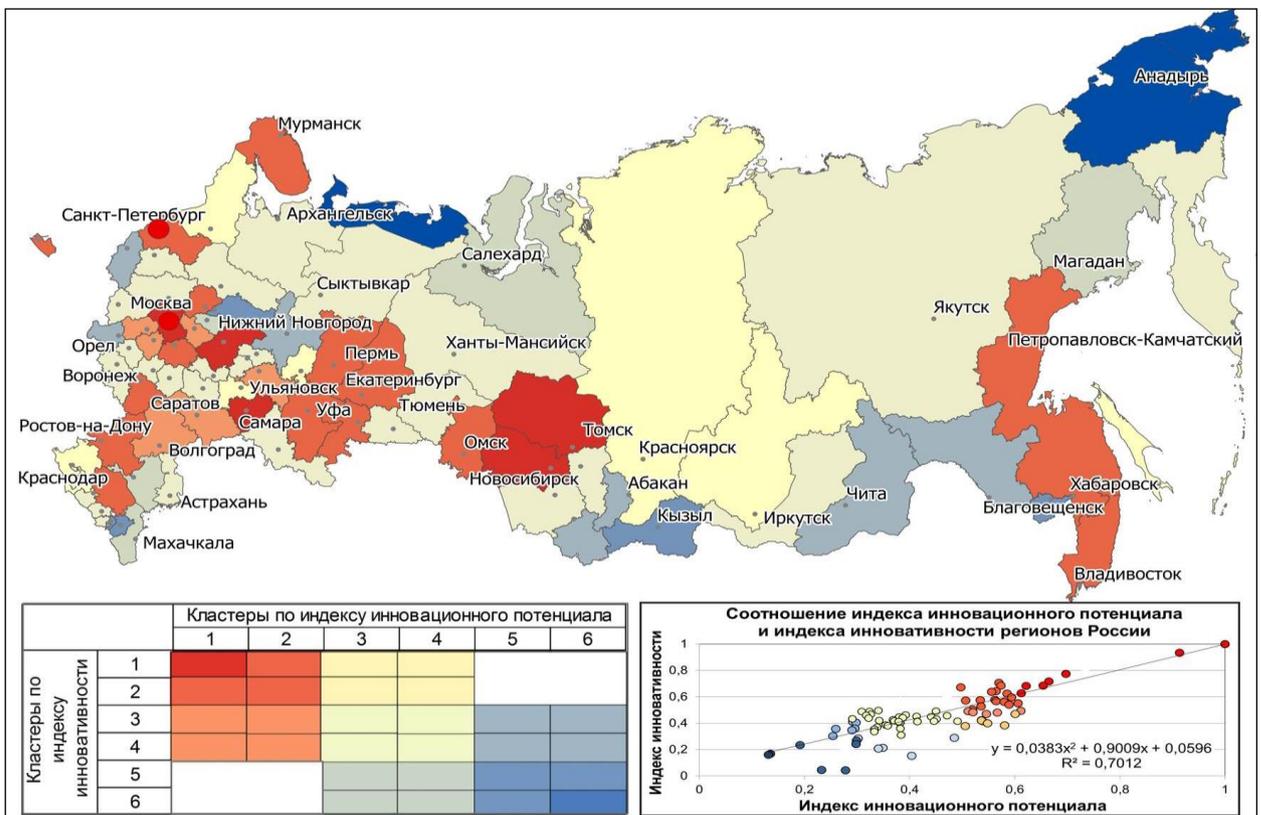


Рисунок 4. Соотношение типов регионов России по созданию и диффузии инноваций



Российский региональный индекс знаний в среднем за 1998-2012 гг.

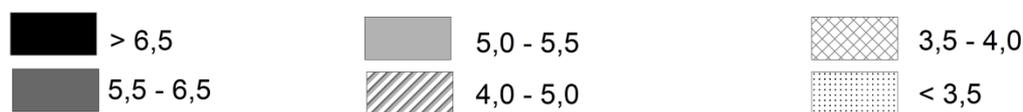


Рисунок 5. Типология регионов России по потенциалу формирования экономики знаний в среднем за период 1998-2012 гг. на основе Российского индекса знаний

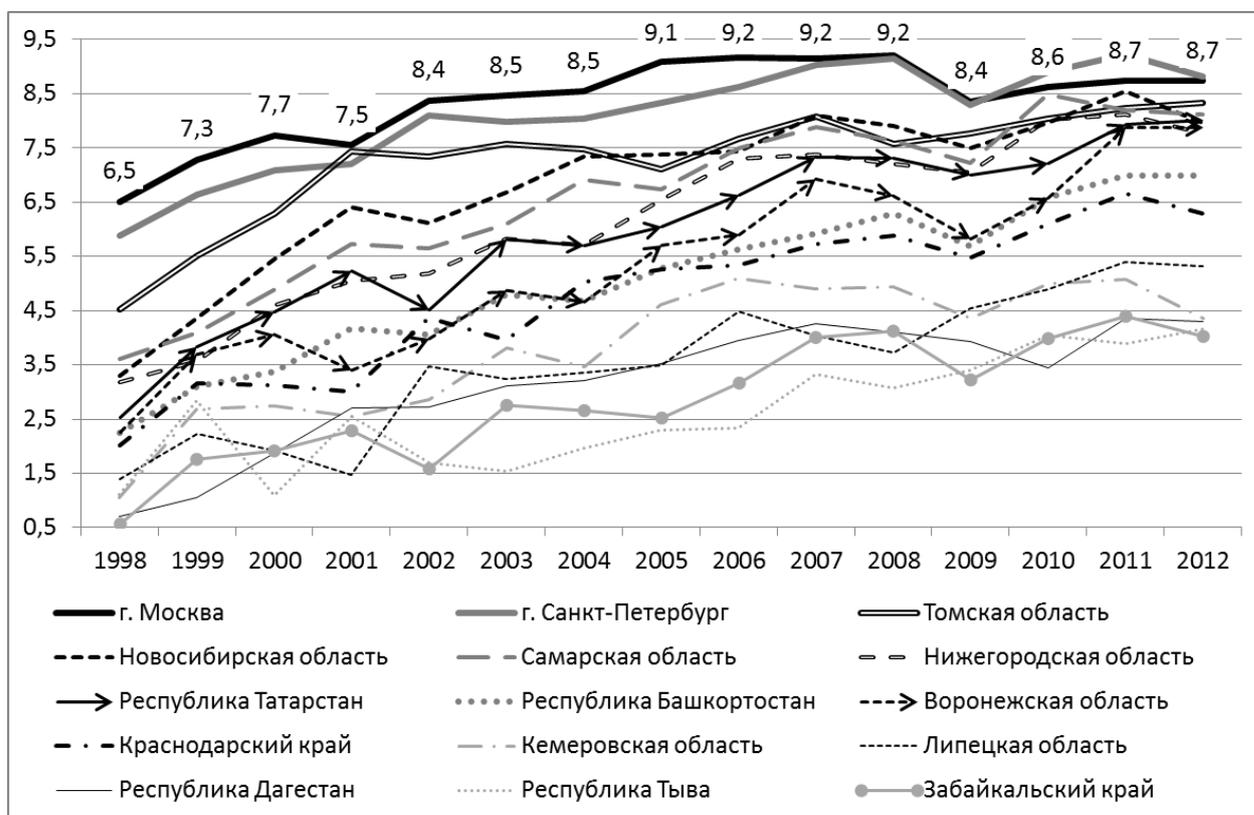


Рисунок 6. Динамика потенциала формирования экономики знаний регионов-лидеров, рассчитанного с помощью Российского индекса знаний, в 1998-2012 гг.

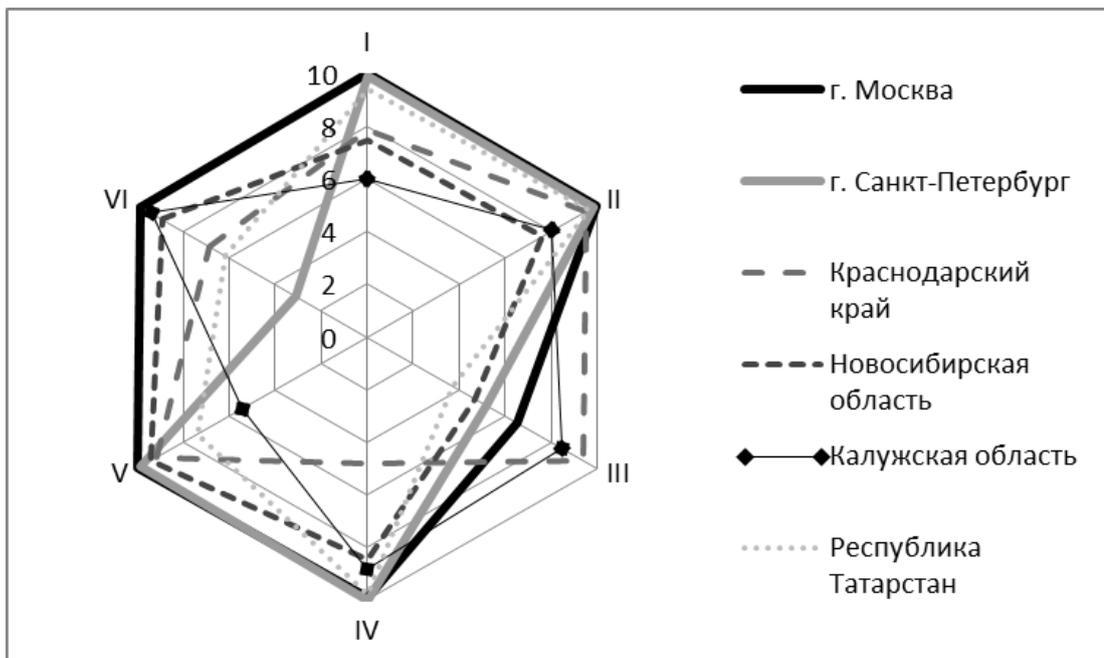


Рисунок 7. Ранги регионов-лидеров по отдельным составляющим РИЭЗ

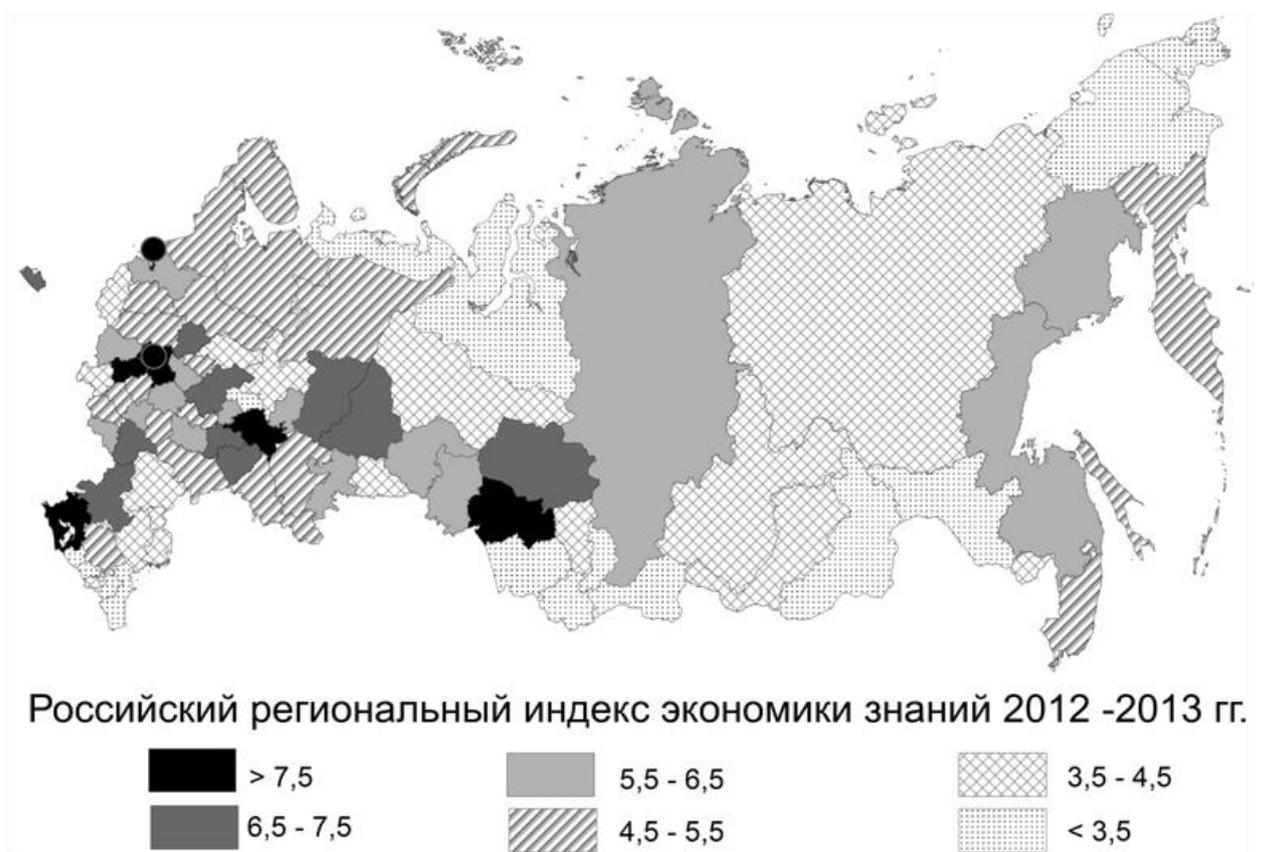


Рисунок 8. Типология регионов России по уровню развития экономики знаний на основе Российского индекса экономики знаний в 2012-2013 гг.

Таблица 1. Пороговые значения для типологии регионов России по креативно-акцепторным функциям (по средним значениям за период 2007-2012 гг.)²²

Типы регионов	Пороговые значения по показателю изобретательской активности региона (число патентов на изобретения на 100 тысяч городских жителей)	Пороговые значения по показателю абсорбции инноваций в регионе (доля использованных предприятиями патентов на изобретения, %)
Креативные регионы	> 20 – среднее арифметическое регионов	< среднее арифметического регионов (55)
Субкреативные регионы	> 12 – среднероссийский показатель	<100, но > 5
Акцепторно-креативные регионы	> 12	> 100
Сильные акцепторы	< 12	> 100
Слабые акцепторы	< 12	> 30
Инновационная периферия	< 12	< 30
«Субкреативная периферия»	< 20, > 12	< 30

Составлено автором

Таблица 2. Структура переменных Российского индекса экономики знаний (РИЭЗ)

Группа переменных	Переменная
Общие переменные	I. Ранг региона по индексу человеческого развития в 2013 г. (Программа..., 2013)
Показатели качества жизни и устойчивого развития	II. Ранг региона в рейтинге качества жизни РИА Новости в 2013 г. ²³ III. Ранг региона в Эколого-экономическом рейтинге регионов России в 2012 г. (Бобылев и др., 2012)
Наука и технологии, отрасли человеческого капитала	IV. Ранг региона в Рейтинге инновационных регионов АИРР в 2013 г. ²⁴
Дистанционные сервисы (Электронные услуги и электронное правительство)	V. Ранг региона в рейтинге инновативности регионов России в 2012 г. (см. пункт 1) VI. Ранг региона по индексу открытости правительств регионов России в 2012 г. ²⁵

Таблица 3. Результаты расчета модели 1 с зависимой переменной *Pat_rus*

Панельная регрессия с фиксированными эффектами. 984 наблюдения.				
Переменные	Коэффициенты (стандартная ошибка)			
Константа	3,19*** (0,19)	2,96*** (0,32)	2,52*** (0,34)	1,04 (0,85)
High_educ	0,27*** (0,09)	0,27*** (0,08)	0,18*** (0,07)	0,18*** (0,07)
Pat_stock	0,1*** (0,03)	0,1*** (0,03)	0,02 (0,04)	0,02 (0,04)
RnD_exp	0,05*** (0,02)	0,05*** (0,02)	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)
PhD		0,04 (0,05)	0,05 (0,05)	0,05 (0,05)
Pat_potential			0,56*** (0,11)	0,56*** (0,11)
Urban				0,35* (0,18)
R ²	0,86	0,86	0,87	0,87
Исправленный R ²	0,85	0,85	0,86	0,86

²² Период использован для уменьшения волатильности показателя по годам. Расчет среднего арифметического производился только для данных, коэффициент вариации которых был ниже 0,3, в противном случае бралось медианное значение

²³ <http://riarating.ru/infografika/20141222/610641471.html>

²⁴ <http://www.i-regions.org/upload/nasait.pdf>

²⁵ <http://eregion.ru/opengov>

Значимость (p-value) на уровне: *** - 0,005; ** - 0,05; * - 0,1

Таблица 4. Результаты расчета модели 2 с зависимой переменной *Pat_PCT*

Панельная регрессия с фиксированными эффектами. 984 наблюдения.				
Переменные	Коэффициенты (стандартная ошибка)			
const	-27,42*** (3,53)	-12,53** (5,81)	-12,94** (5,84)	-13,06** (5,78)
Educ_years	11,8*** (1,37)	5,26** (2,42)	5,57** (2,44)	5,37** (2,44)
Pat_stock		0,27*** (0,07)	0,17* (0,1)	0,07 (0,1)
RnD_appl			0,08* (0,04)	0,08* (0,04)
Pat_potential				0,55** (0,23)
R²	0,69	0,7	0,7	0,71
Исправленный R²	0,66	0,67	0,67	0,67

Значимость (p-value) на уровне: *** - 0,005; ** - 0,05; * - 0,1

