

Факторы инновационной активности регионов России: что важнее — человек или капитал?

Степан Земцов

Старший научный сотрудник, ИПЭИ РАНХиГС*. E-mail: zemtsov@ranepa.ru

Александр Мурадов

Магистрант, кафедра концептуального анализа и проектирования МФТИ**. E-mail: muradov@yandex.ru

Имоджен Уэйд

Научный сотрудник, ИСИЭЗ НИУ ВШЭ***; аспирант, Университетский колледж Лондона (University College London). E-mail: imogen.wade.10@ucl.ac.uk

Вера Барина

Заведующая лабораторией исследований корпоративных стратегий и поведения фирм, ИПЭИ РАНХиГС*. E-mail: barinova-va@ranepa.ru

* ИПЭИ РАНХиГС — Институт прикладных экономических исследований Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Адрес: 119571, Москва, пр-т Вернадского, 82, стр. 1

** МФТИ — Московский физико-технический институт (государственный университет). Адрес: 141700, Московская область, Долгопрудный, Институтский пер., 9

*** ИСИЭЗ НИУ ВШЭ — Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Адрес: 101000, Москва, ул. Мясницкая, 20

Аннотация

Затраты на поддержку инновационной деятельности в российских регионах в 2000-е гг. планомерно росли одновременно с сильной дифференциацией ее результатов. Внешнеэкономические санкции и ограничения по технологическому импорту придали актуальность исследованию факторов региональной изобретательской активности. Эмпирические работы в этой области подтвердили основные положения теоретической модели производственной функции знаний, определив ключевым фактором развития инноваций увеличение затрат на научные исследования.

Как показано в статье, количество потенциально коммерциализируемых патентов в наибольшей степени зависит от качества человеческого капитала,

производного от численности экономически активных горожан с высшим образованием (так называемый креативный класс). Значимым фактором выступают также затраты на приобретение оборудования вследствие его высокого износа и на фундаментальные исследования, закладывающие основу для новых разработок. Центр-периферийная структура российской инновационной системы способствует миграции высококвалифицированных исследователей в регионы-лидеры, ослабляя потенциал регионов-доноров. Вместе с тем ограничения на переток знаний в форме патентов существенно меньше, а потому близость к «центру» в этом случае рассматривается как положительный фактор.

Ключевые слова: патентная активность; человеческий капитал; переток знаний; регионы России; производственная функция знаний; исследования и разработки (ИиР); креативный класс

DOI: 10.17323/1995-459X.2016.2.29.42

Цитирование: Zemtsov S., Muradov A., Wade I., Barinova V. (2016) Determinants of regional innovation in Russia: Are People or Capital More Important? *Foresight and STI Governance*, vol. 10, no 2, pp. 29–42.

DOI: 10.17323/1995-459X.2016.2.29.42

Снижение темпов роста российской экономики актуализирует задачу ее диверсификации, которая подразумевает существенную оптимизацию производственных процессов и создание новых продуктов [Гохберг, Кузнецова, 2010; 2011]. В условиях внешнеэкономических санкций, сдерживающих заимствование новых технологий, повышается значение исследований внутренних факторов инновационной деятельности. В России сегодня используется широкий инструментарий ее поддержки, в большинстве регионов сформирована соответствующая инфраструктура [Баринова и др., 2014]. Затраты на поддержку инноваций растут год от года с сильной дифференциацией результатов. Одним из общепризнанных, но часто критикуемых индикаторов деятельности в этой сфере служат зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности (полезные модели, промышленные образцы и т. д.), в особенности патенты на изобретения [Griliches, 1979; 2007]. Не все из последних, впрочем, имеют коммерческий потенциал или перспективу дойти до стадии готовой продукции.

Продуктивность анализа инновационных процессов на региональном уровне вызывает сомнения у многих исследователей, пытающихся предложить более удобную территориальную «оптику» [Brenner, Broekel, 2009]. Факторы изобретательской активности регионов рассматриваются сквозь призму концепций перетока и неявных знаний. Особенность последних — в их неделимости, возможности многократного использования и потенциальной доступности неограниченному кругу лиц. Инновационная деятельность одного агента порождает положительные внешние эффекты для других, так называемые знаниевые экстерналии, или перетоки знания¹ [Acs et al., 2009; Feldman, 1999; Майсснер, 2012; Пилясов, 2012; Деттманн и др., 2014]), из которых неявные — не могут быть полностью формализованы и передаются только «от учителя к ученику» [Polanyi, 1966]. Локализация знаний и их генерация происходят на местном и региональном уровнях.

Цель нашей работы — выявить основные факторы инновационной активности в России на региональном уровне с использованием баз данных ОЭСР за 1998–2011 гг. Информация о патентах, как и общая статистика по инновациям в стране не всегда отличаются надежностью [Бортник и др., 2013; Бабурин, Земцов, 2013], а потому наша первая гипотеза такова:

H1: Инновационная активность в России плохо поддается эконометрическому моделированию.

Согласно второй гипотезе, человеческий капитал является более важным фактором развития инноваций, чем затраты на исследования и разработки (ИиР), в силу низкой эффективности последних. Впрочем, в 2000-е гг. значимость человеческого капитала начала снижаться из-за старения научных кадров [НИУ ВШЭ, 2014] и падения качества образования. Вторая гипотеза формулируется следующим образом:

H2: Человеческий капитал — более важный фактор инновационной активности в России, чем затраты на ИиР, ввиду их неэффективности.

Оценка влияния межрегиональных перетоков знаний на инновационную активность позволила сформулировать третью гипотезу:

H3: Межрегиональный трансфер знаний оказывает положительное влияние на инновационную активность.

Обзор литературы и теоретическая основа исследования

Для целей нашего исследования применялась модель производственной функции знаний (*Knowledge Production Function, KPF*), описывающая связь между затратами на ИиР, человеческим капиталом и результатами инновационной деятельности. Основные представления о производственной функции знаний связаны с исследованиями Поля Ромера (Paul Romer), Цви Грилихеса (Zvi Griliches) и Адама Джаффе (Adam Jaffe) конца 1980-х гг. Согласно Ромеру [Romer, 1986] новое знание в исследовательском секторе возникает в результате использования сконцентрированного человеческого капитала H и существующего запаса знаний A , а затем воплощается в новых технологиях:

$$dA/dt = \delta H^v \times A^s, \quad (1)$$

где δ — коэффициент производительности H ; v и s — эмпирические коэффициенты.

Знак коэффициента s может быть положительным, если знания, полученные в ходе предыдущих исследований, увеличивают производительность в научном секторе.

Модель Поля Ромера позволила теоретически обосновать влияние эндогенных факторов на экономический рост, однако ряд ее предпосылок (создание инноваций только в секторе ИиР, отождествление совокупной факторной производительности исключительно с инновационной деятельностью и др.) противоречат эмпирическим данным.

Цви Грилихес концептуализировал производственную функцию знаний с помощью модели «затраты–выпуск» [Griliches, 1984]. Затраты на ИиР порождают определенные ненаблюдаемые, но имеющие экономическую ценность знания, которые можно измерить лишь частично. При этом существующий объем знаний является детерминантой совокупной факторной производительности. В качестве индикатора инновационного выпуска используются патенты:

$$Patent = f(RnD_exp), \quad (2)$$

где *Patent* — число патентов; *RnD_exp* — затраты на ИиР.

Ц. Грилихес отмечал, что процесс накопления знаний определяется затратами не только за текущий, но

¹ Переток знания (*knowledge spillover*) — процесс, при котором «знание, созданное одной компанией, может быть использовано другой без компенсации или с компенсацией меньшей, чем стоимость самого знания» [Пилясов, 2012].

и за предыдущие периоды. ИиР растянуты во времени и включают приобретение, адаптацию и использование средств производства. Иными словами, имеет место кумулятивное действие затрат предыдущих периодов. Дополнительной детерминантой приращения знаний в конкретной производственной сфере служат экстерналии, порожденные их интеграцией из других отраслей, или трансфер знаний.

Расширенная версия модели производственной функции знаний объединяет человеческий капитал, измеряемый либо по количеству затраченных на обучение лет, либо по численности занятых в секторе ИиР. Нами используется именно эта версия со спецификацией

Ромера (формула (1)), т. е. инновационная активность определяется численностью работников и затратами на ИиР².

Модель производственной функции знаний легла в основу многочисленных эмпирических исследований (табл. 1), большинство из которых подтвердили значимость таких факторов, как затраты на ИиР, переток знаний, уровень диверсификации экономики и человеческого капитала.

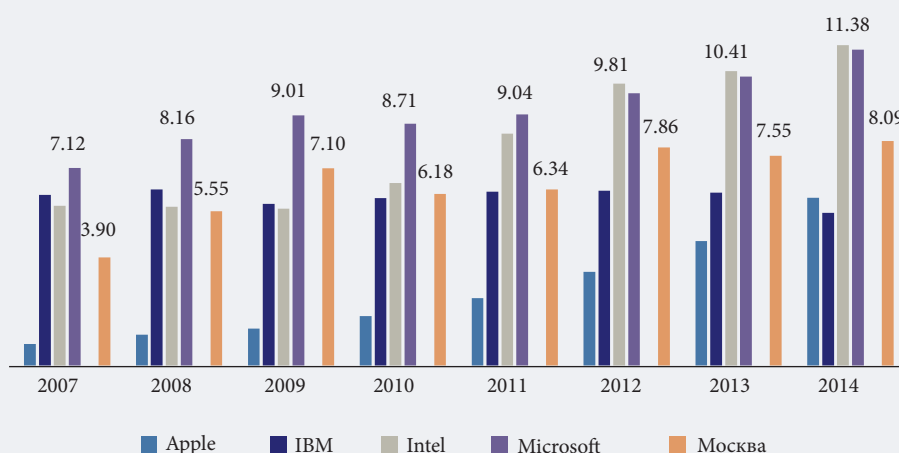
Альтернативную описанной модель предложили Томас Бреннер (Thomas Brenner) и Том Брёкель (Tom Broekel) [Brenner, Broekel, 2009]. Основная критика производственной функции знаний исходила из того, что

Табл. 1. Результаты эмпирических исследований факторов инновационной активности

Работа	Метод оценки	Зависимая переменная	Затраты на ИиР	Переток знаний	Агломерационные эффекты*	Человеческий капитал	Результаты
[Jaffe, 1989]	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число заявок на национальные патенты	+	+			Выявлены ключевая роль затрат на ИиР, положительное влияние колокации государственных и частных исследовательских центров (переток знаний)
[Feldman, Florida, 1994]	Метод наименьших квадратов	Новая продукция	+	+	+		Подтверждены значимость и эффективность частно-государственного софинансирования ИиР
[Bottazzi, Peri, 2003]	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число национальных патентов на одного занятого в ИиР	+	+	+		Показано резкое снижение затрат на ИиР соседних регионов, если расстояние между ними превышает 300 км
[Штерцер, 2005]	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число заявок на национальные патенты	+		+	-	Подтверждено положительное влияние затрат на ИиР и отрицательное — потенциального перетока знаний
[Leslie, O'Ualla-cháin, 2007]	Метод наименьших квадратов	Число коммерческих патентов	+	+	+	+	Выявлена более высокая значимость структурных показателей региона и человеческого капитала в сравнении с затратами на ИиР
[Суслов, 2007]	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Доля инновационных компаний				+	Показана зависимость патентной активности в регионах России от численности исследователей
[Мариев, Савин, 2010]	Обобщенный метод моментов	Объем инновационной продукции	+	-			Определены положительное влияние прямых иностранных инвестиций и тенденция к концентрации инноваций в отдельных регионах
[Архипова, Карпов, 2012]	Система одновременных уравнений	Число патентов и доля инновационных компаний	+	+			Подтверждены корреляция между патентной и инновационной активностью, значимость затрат на прикладные исследования
[Crescenzi, Jaax, 2015]	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число международных заявок на патенты	+	+	+	+	Показана зависимость патентной активности одних регионов России от затрат на ИиР в соседних с ними
* В качестве индикатора агломерационных эффектов использовались уровень диверсификации экономики, уровень урбанизации и плотность населения.							
Источник: составлено авторами.							

² В эмпирических моделях используются либо первая, либо вторая из упомянутых переменных, но не обе одновременно, поскольку зачастую они сильно коррелируют друг с другом [Fritsch, Franke, 2003].

Рис. 1. Расходы крупнейших ИТ-компаний на ИиР в сравнении с Москвой (млрд долл. США)



Источник: составлено авторами на основе данных портала Statista. Режим доступа: www.statista.com, дата обращения 17.06.2015.

инновационные процессы, в отличие от детерминированных производственных, носят выраженный вероятностный характер. В противоположность исчерпаемым природным ресурсам, знания в ходе создания инноваций не сокращаются в объеме. Инноватором выступает не регион как таковой, но образующие локальное сообщество отдельные индивиды. Невозможно увеличить генерацию инноваций лишь за счет роста финансирования и найма новых исследователей, так как это во многом кумулятивный процесс с большой долей неявного знания. Следовательно, устойчивая генерация инноваций требует времени для накопления научной информации, знаний и навыков, построения инфраструктуры их хранения, освоения, передачи и воспроизводства (например, университета), укоренения научно-исследовательских центров в регионе и катализации перетока знаний. Альтернативная модель предполагает, что основным фактором инновационной активности служит субъект в совокупности своих экономических характеристик: человеческого капитала, предпринимательской активности и т. д.

Исходные данные и методология

Эмпирические исследования показывают положительное влияние частных инвестиций на результативность инновационной деятельности. Крупнейшие технологические корпорации (Apple, Samsung, Google и т. д.) вкладывают значительные средства в ИиР, имеют развитые исследовательские подразделения, осуществляют совместные проекты, поддерживают стартапы. Как видно из рис. 1, даже крупнейший центр патентной активности в России — Москва — уступает многим из них по объему затрат на ИиР.

Крупнейшие российские компании по-прежнему относятся к добывающему сектору, где уровень затрат на ИиР существенно ниже, тогда как основная доля патентов принадлежит научным организациям и физическим лицам. Все это свидетельствует об отсталости рынка инноваций и слабом спросе на передовые технологии со стороны органов власти, государственных и частных компаний.

В целом доля коммерциализированных патентов в российских регионах невысока и в 2000-е гг. не превышала 7% [НБК Групп, 2013]. Свидетельством их низкого качества могут служить большой разброс числа заявок во времени и чрезмерная доля патентов, зарегистрированных на одного человека в некоторых регионах. Характерным примером служит Ивановская область, где число поданных патентных заявок показало 13-кратный рост за период 2006–2008 гг.³ в отсутствие соответствующего финансирования и численности исследователей [Бабурин, Земцов, 2013]. В отдельных регионах патентная активность крайне низка и носит случайный характер.

Достоверные данные об уровне и качестве изобретательской активности дает анализ патентных заявок, зарегистрированных в рамках Договора о патентной кооперации (Patent Cooperation Treaty, PCT). Международные PCT-патенты защищают права изобретателей на территории стран — участниц Парижской конвенции. Процесс их получения сопряжен с длительными, до нескольких лет, проверками и регистрацией, а взносы на различных этапах составляют в совокупности около 3000 долл. США. Несмотря на то что PCT-патенты обладают большим коммерческим потенциалом⁴, в статистике по изобретательской активности большинства субъектов Российской Федерации они почти не представлены.

³ Согласно данным Google Scholar тысячи заявок (преимущественно коллективных) были зарегистрированы профессором Ивановского государственного политехнического университета Юлией Щепочкиной (Режим доступа: https://scholar.google.ru/scholar?as_vis=1&q=ю.а.+щепочкина, дата обращения 30.04.2015). Среди наиболее значимых изобретений: «Способ получения композиции для приготовления напитка» (РФ № 2497416), «Воздухоплавательный аппарат» (РФ № 2387574), «Бильярдный шар» (РФ № 2546478).

⁴ Некоторые исследователи ставят под сомнение качество патентов, отвечающих международным стандартам оформления заявок (PCT). Например, в Китае патентная активность субсидируется государством и служит критерием для увеличения заработной платы и продвижения по карьерной лестнице [Lei et al., 2012].

Для выявления детерминант инновационной активности мы провели серию измерений методом регрессионного анализа на основе данных по 67 субъектам РФ за период 1998–2011 гг., содержащихся в статистических сборниках «Регионы России. Социально-экономические показатели»⁵, и РСТ-заявкам по базе данных ОЭСР (табл. 2). Из выборки были исключены регионы, в которых коэффициент вариации числа выданных патентов составил более 0,4, что свидетельствует о нерегулярном характере инновационной деятельности. Фиксируемое резкое изменение динамики патентной активности в регионе в течение 2000-х гг., скорее всего, объясняется практикой регистрационной работы патентных служб. В действительности радикально увеличить число патентных заявок в регионе в конкретном году практически невозможно без сопутствующего прироста затрат на ИиР и численности научно-инженерного персонала, а потому подобные диспропорции в расчет не принимались.

Из-за сомнений в достоверности данных и их несоответствия параметрам инновационной активности нами был введен новый показатель, отражающий число потенциально коммерциализируемых патентов (*Innov*) (рис. 2):

$$Innov = 0.08 \times Pat_rus + 0.5 \times PCT, \quad (3)$$

где *Pat_rus* — число патентных заявок, зарегистрированных органами Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент); *Pat_PCT* — число поданных РСТ-заявок.

Приведенные коэффициенты отражают коммерческий потенциал различных типов патентов. Среднее значение для российских патентов — не более 8%, для международных — около 50%⁶. Недостатком такого подхода является унификация регионов, очевидно противоречащая действительности, однако трудно корректируемая в отсутствие точных данных о коммерциализируемости патентов. Потенциальные инновации создаются преимущественно в крупнейших региональных научно-исследовательских центрах. В большинстве субъектов РФ показатель *Innov* за рассматриваемый период имел положительную динамику. На рис. 3 представлены номинальные показатели затрат на ИиР в соотношении с валовым региональным продуктом (ВРП), выраженные в ценах 1998 г.:

$$RnD_any_t^* = \frac{RnD_any_t}{Y_t} \times Y_{1998} \times \prod_{i=1998}^{t-1} phc_i, \quad (4)$$

где $RnD_any_t^*$ — реальные внутренние затраты на ИиР разных видов за период t в ценах 1998 г.; RnD_any_t — номинальные внутренние затраты на ИиР разных видов за период t ; Y_{1998} — ВРП в 1998 г.; Y_t — ВРП за период t ; phc_t — индекс физического объема ВРП за период t по отношению к предыдущему году.

Внутренние затраты на фундаментальные исследования являются выраженными в денежной форме фактическими расходами на проведение экспериментальных или теоретических исследований без экспли-

Табл. 2. Описание независимых переменных

Показатель	Расшифровка	Ожидаемое влияние
Внутренние текущие затраты на ИиР в ценах 1998 г. (формула (4))		
RnD_exp	Совокупные внутренние затраты на ИиР (млн руб.)	+
<i>По статьям затрат</i>		
RnD_infra	Внутренние затраты на приобретение оборудования (млн руб.)	+
RnD_salary	Внутренние затраты на оплату труда (млн руб.)	+
<i>По видам работ</i>		
RnD_basic	Внутренние затраты на фундаментальные исследования (млн руб.)	±0
RnD_appl	Внутренние текущие затраты на прикладные исследования (млн руб.)	±0
RnD_dev	Внутренние текущие затраты на разработки (млн руб.)	+
Характеристики человеческого капитала (формула (5))		
HC_urb	Численность экономически активных горожан с высшим образованием (тыс. человек)	+
RnD_empl	Численность персонала, занятого ИиР (человек)	+
Агломерационные характеристики		
Pop_dens	Плотность населения	+
Urban	Доля городских жителей (%)	+
Переток знаний		
Know_spill	Потенциал взаимодействия исследователей из различных регионов России (формула (6))	+
Neigh_innov	Величина средней инновационной активности в соседних регионах	+
<i>Источник: составлено авторами.</i>		

⁵ Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156, дата обращения 12.09.2015.

⁶ По сведениям РСТ Yearly Review 2013 [WIPO, 2013], регистрируются около половины поданных заявок. Последующая коммерциализируемость РСТ-патентов оценивается как близкая к 100%.

Рис. 2. Число потенциально коммерциализируемых патентов в регионах России в 2012 г.



кации практического назначения полученного знания. Прикладные исследования служат определению областей применения результатов фундаментальных изысканий и методов решения конкретных насущных проблем. В силу их академического характера исследования обоих типов имеют в модели меньший вес, нежели расходы на разработки, поскольку последние представляют собой систематическую работу, которая основана на накопленных знаниях (равно фундаментальных и прикладных) и направлена на создание новых или совершенствование существующих продуктов, услуг, процессов и систем. Оценка затрат проводится на основе внутреннего статистического учета организации за отчетный год.

Большинство современных исследований рассматривают человеческий капитал как численность персонала, занятого ИиР, т. е. круг вовлеченных в систематическую работу по накоплению и приращению научных знаний. В современных инновационных процессах, однако, задействованы не только профессиональные исследователи, а потому мы исходили из понимания человеческого капитала как численности экономически активного городского населения с высшим образованием⁷ (HC_{urb}) (рис. 4), рассчитанной по формуле:

$$HC_{urb} = Econ_Act \times Urban \times High_empl, \quad (5)$$

где $Econ_Act$ — численность экономически активного населения (тыс. человек); $Urban$ — доля городского населения (%); $High_empl$ — доля занятых с высшим образованием (%).

Основным преимуществом такой трактовки данного индикатора является учет наиболее вероятных генераторов инноваций — лиц, чей уровень знаний достаточен для систематической исследовательской деятельности при наличии развитой инфраструктуры. Недостатком показателя можно назвать тенденцию к занижению уровня человеческого капитала в менее урбанизированных регионах и к завышению — в регионах-лидерах, что может объясняться связью между отдельными его составляющими: например, большая доля занятых с высшим образованием при большей доле городского населения. Впрочем, описанные искажения несущественны, поскольку действуют на итоговый показатель одинаково и не приводят к смешению данных различных регионов. При оценке инновационности человеческий капитал также принимается за численность экономически активных горожан, рассчитанную по формуле (5) путем исключения последнего множителя $High_empl$.

⁷ Широко понимаемый «креативный класс» [Florida, 2002], те, кого Наталья Зубаревич называет жителями «первой России» [Зубаревич, 2010; Zubarevich, 2013], в которой и сконцентрирован человеческий капитал.

Рис. 3. Затраты на ИиР в регионах России в 2012 г.

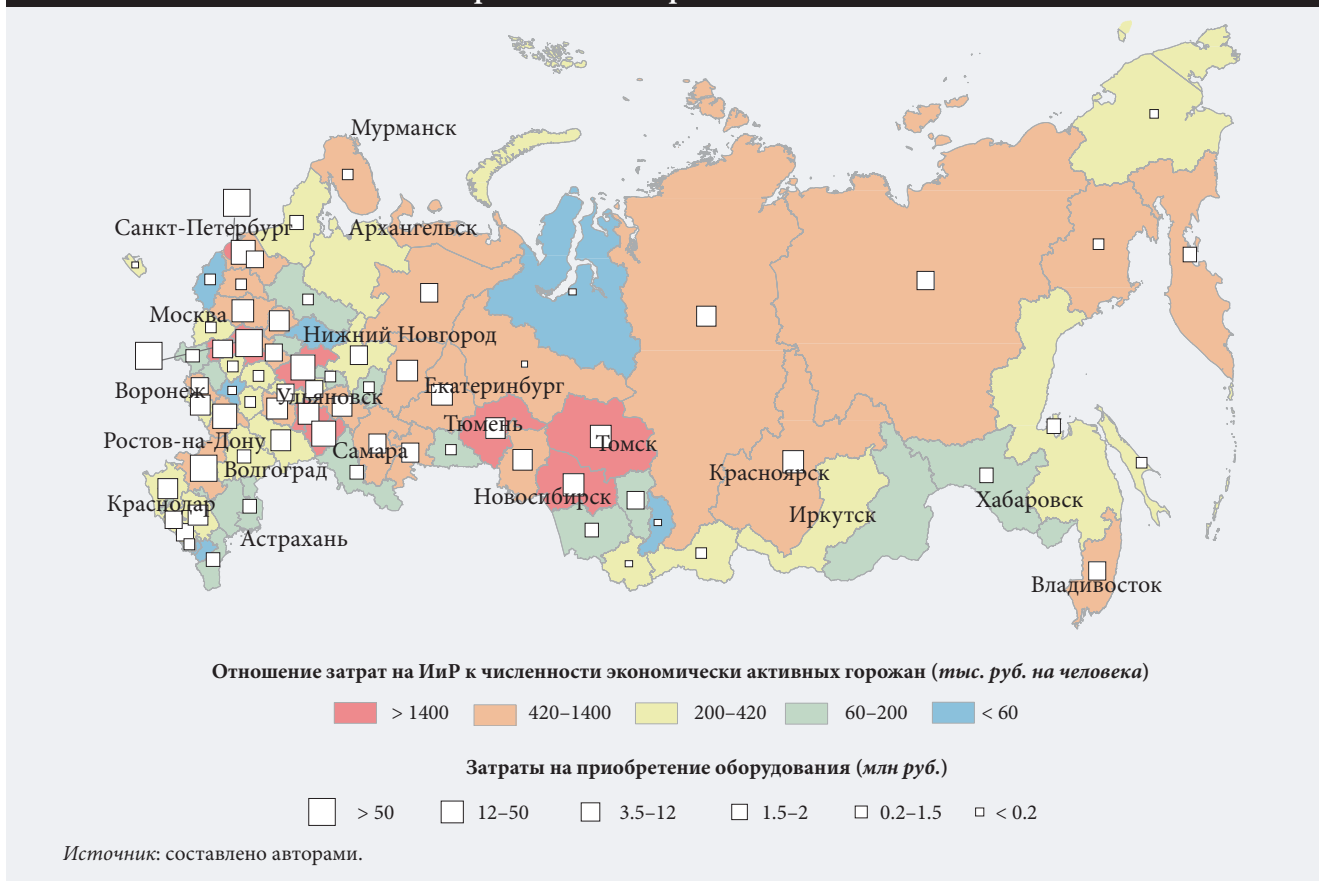


Рис. 4. Численность экономически активного городского населения регионов России в 2012 г.



Для измерения потенциальных перетоков знаний, связанных со взаимодействием исследователей из разных регионов, на основе гравитационных уравнений был разработан показатель *Know_spill*.⁸

$$Know_spill_i = \sum_j \frac{\sqrt{RnD_empl_i \times RnD_empl_j}}{R_{ij}^\alpha}, \quad (6)$$

где *RnD_empl_i* — число занятых в ИиР данного региона *i*; *RnD_empl_j* — число занятых в регионах *j*, находящихся на расстоянии *R_{ij}*;⁹ α — коэффициент сопротивления среды (показывает, в какой степени расстояние уменьшает число взаимодействий).

Рассмотрим также ситуацию, где нам известно критическое расстояние *Dist_{crit}*, после которого взаимодействие между исследователями двух среднестатистических регионов (*Mean(RND_empl)*) становится незначительным (δ — пороговое значение числа взаимодействий, например одно взаимодействие):

$$\frac{\sqrt{Mean(RnD_empl_i) \cdot Mean(RnD_empl_j)}}{Dist_{crit}^\alpha} \leq \delta;$$

$$\alpha \geq \frac{\log\left(\frac{Mean(RnD_empl_i)}{\delta}\right)}{\log(Dist_{crit})} \quad (7)$$

Существующие исследования перетоков знаний позволили установить, что ученые из двух разных среднестатистических регионов, удаленных друг от друга на 120 км, не могут произвести более одного взаимодействия¹⁰, т. е. α для регионов России равен:

$$\log\left(\frac{9774.36}{1}\right) / \log(120) = 1.919067.$$

Преимуществами данного показателя являются его универсальность, простота использования и положительный опыт применения лежащих в его основе гравитационных моделей. Дополнительным показателем потенциальных межрегиональных перетоков знаний выступает усредненная величина патентной активности в соседних субъектах. Для оценки вероятных агломерационных эффектов были использованы показатели плотности населения и доли горожан.

В качестве основной была выбрана модель с фиксированными эффектами, специфицированная с учетом того, что выборка не является случайной. Для адаптации модели к каждому из исследованных случаев были также применены F-, LM-тесты и тест Хаусмана. Тестируемая модель имеет вид:

$$\ln(Innov_{i,t}) = \alpha + \beta_1 \times \ln(Rnd_any_{i,t}) + \beta_2 \times \ln(Hum_Cap_{i,t}) + \beta_3 \times \ln(Agglom_{i,t}) + \beta_4 \times \ln(KSpill_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}, \quad (8)$$

где: *i* — регион России в период *t*; *RnD_any* — затраты на ИиР различных видов; *Hum_Cap* — индикаторы человеческого капитала; *KSpill* — индикаторы потенциальных перетоков знаний; *Agglom* — индикаторы потенциальных агломерационных эффектов.

Поскольку каждый фактор был выражен не одной переменной, потребовалась тщательная проверка на мультиколлинеарность с помощью коэффициента возрастания дисперсии и матрицы попарных корреляций.

Результаты и их обсуждение

Оценка факторов результативности инновационной деятельности в регионах

Зависимой переменной в первой модели служит число потенциально коммерциализируемых патентов, или инновационная производительность, предполагающая, что все патенты могут в конечном счете воплотиться в новые продукты¹¹. Основной предпосылкой использования модели в абсолютных значениях является концентрация производства и занятости в российских региональных столицах [Perret, 2014].

Выборка по абсолютным значениям зарегистрированных патентов является относительно неоднородной (табл. 3). Существенной остается разница между регио-

Табл. 3. Инновационная производительность (Innov) регионов России по числу потенциально коммерциализируемых патентов

Регионы-лидеры по инновационному выпуску	Москва (1119) Санкт-Петербург (306.4) Московская область (231)
Регионы-аутсайдеры по инновационному выпуску	Псковская область (8.1) Новгородская область (7.1) Забайкальский край (4.1)
Среднее	47.17 (~Красноярский край)
Медиана	21.25 (~Курская область)
Стандартное отклонение	114.58
Асимметрия	7.17
Экссесс	59.19
Коэффициент вариации	2.42
Коэффициент вариации (без регионов-лидеров)	0.84
<i>Источник: составлено авторами.</i>	

⁸ Предполагается наличие обратной степенной зависимости потенциального взаимодействия от расстояния между регионами. Примеры расчета гравитационных моделей для определения рыночного потенциала можно найти в работах [Hanson, 2005; Head, Mayer, 2004].

⁹ Расстояние определялось как протяженность железнодорожных путей между региональными центрами. В отсутствие железных дорог использовалась протяженность автомобильных, а в ряде случаев — речных путей.

¹⁰ Число совместных патентов, статей и уровень цитирования стремительно сокращаются по мере увеличения расстояния между исследователями. В статьях [Jaffe et al., 1992; Adams, Jaffe, 2002; Adams et al., 2005; Maurseth, Verspagen, 2002; Belenzon et al., 2013] показано, что ученые, географически удаленные друг от друга на расстояние свыше 120–150 миль (примерно 190–240 км), практически не ссылаются на патенты друг друга (хотя это среднее расстояние), а значит, не взаимодействуют ни виртуально, ни фактически. В России пороговое расстояние для межрегионального перетока знаний меньше в силу низкой мобильности исследователей и большей замкнутости научных школ.

¹¹ Многие из коммерциализируемых патентов не имеют потенциала коммодификации и отдалены от центров выпуска инновационной продукции. Регионы — лидеры патентования находятся с этой точки зрения в более выгодном положении по сравнению с регионами-аутсайдерами в силу масштаба и степени развитости региональных инновационных систем.

Табл. 4. Результаты расчета модели 1 с фиксированными эффектами (зависимая переменная — число потенциально коммерциализируемых патентов)

	Модель					
	1	2	3	4	5	6
Константа	0.23 (0.26)	0.17 (0.24)	0.31 (0.24)	0.60** (0.24)	0.05 (0.24)	0.34 (0.24)
Численность экономически активных горожан с высшим образованием	0.56*** (0.05)	0.53*** (0.05)	0.49*** (0.05)	0.39*** (0.06)	0.34*** (0.06)	0.29*** (0.06)
Реальные внутренние затраты на приобретение оборудования	0.06*** (0.01)	–	0.05*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.05*** (0.01)
Реальные внутренние затраты на фундаментальные исследования	–	0.05*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.04*** (0.01)
Реальные внутренние затраты на прикладные исследования	–	0.03*** (0.01)	0.02** (0.01)	0.02** (0.01)	0.02* (0.01)	0.01 (0.01)
Потенциал взаимодействия исследователей	–	–	–	–0.36*** (0.08)	–	–0.27*** (0.07)
Усредненная патентная активность в соседних регионах	–	–	–	–	0.32*** (0.05)	0.27*** (0.05)
LSDV R ²	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Критерий Акаике	462.86	459.39	437.72	417.71	398.30	316.06
Критерий Шварца	796.34	796.49	779.08	763.88	738.56	655.27
F-критерий на спецификацию модели. Нулевая гипотеза: Pool против FE (p-значение)						35.36 (0.00)
LM-критерий на спецификацию модели. Нулевая гипотеза: Pool против RE (p-значение)						1843.61 (0.00)
Критерий Хаусмана на спецификацию модели. Нулевая гипотеза: RE против FE (p-значение)						80.29 (0.00)
Тест Вальда на гетероскедастичность. Нулевая гипотеза: наблюдения имеют общую дисперсию ошибки (p-значение)						6169.38 (0.00)
Тест на нормальное распределение ошибок. Нулевая гипотеза: ошибки распределены по нормальному закону (p-значение)						958.72 (0.00)
<i>Примечание:</i> по итогам анализа были отброшены стандартные гипотезы о характере распределения остатков регрессии. Как показывают p-значения тестов Вальда на наличие гетероскедастичности и Харке–Берра на нормальность, в модели присутствует неоднородность в распределении, обусловленная особенностями выборки (наличие выбросов), которую необходимо учитывать при интерпретации результатов. Значимость коэффициентов регрессии: * — 10%; ** — 5%; *** — 1%. В скобках — значения стандартной ошибки. Число наблюдений: 67i*15t = 1005.						
<i>Источник:</i> составлено авторами.						

нами-лидерами с преимущественной концентрацией человеческого капитала и затрат на ИиР — Москвой и Санкт-Петербургом — и остальными субъектами РФ. Однако при исключении последних коэффициент вариации значительно снижается. Особенность выборки требует более строгой проверки на гетероскедастичность и построения графиков рассеяния.

В соответствии с выдвинутыми гипотезами последовательно тестировались несколько моделей. Конечные результаты расчета регрессий приведены в табл. 4. На рис. 5 показаны графики рассеяния основных зависимостей.

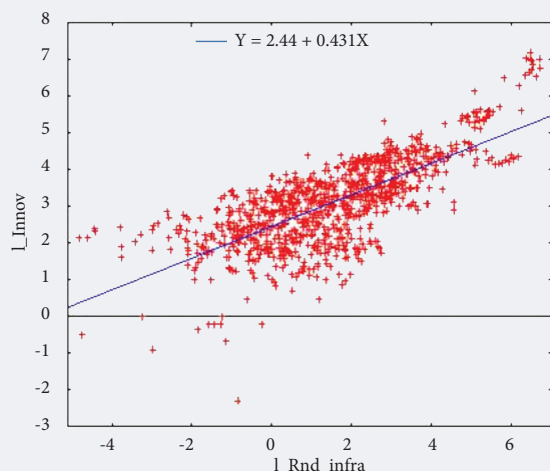
Основным фактором инновационной производительности, согласно выдвинутым гипотезам, выступает человеческий капитал, в нашем случае — экономически активное городское население с высшим образованием (*HC_urb*). В соответствии с предпосылками модели производственной функции знаний значимую роль играют также реальные внутренние затраты на фундаментальные, прикладные исследования и на приобретение оборудования. Последний фактор является решающим, поскольку отражает высокий износ основных фондов в организациях, выполняющих ИиР, и необходимость их

модернизации. Сравнительно низкий вес затрат на ИиР (*RnD_dev*), в отличие от расходов на фундаментальные (*RnD_basic*) и прикладные (*RnD_appl*) исследования может указывать на их неэффективность в России, т. е. низкую отдачу от инвестиций. Впрочем, описанный эффект может объясняться и тем, что патенты не являются основной формой регистрации результатов ИиР.

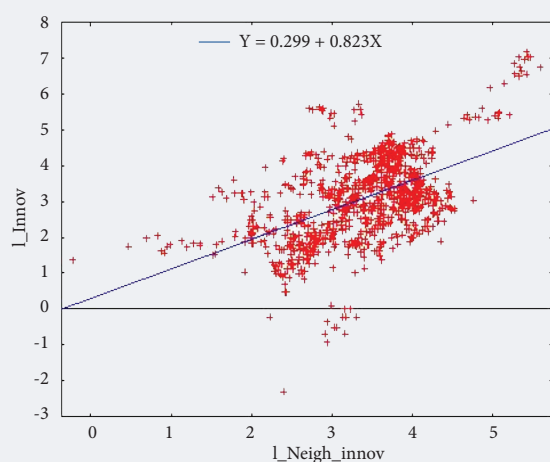
Неожиданно высокий значимый отрицательный коэффициент (–0.36 и –0.27 в моделях 4 и 6 соответственно с достоверностью на уровне 99%) получен для фактора межрегионального перетока знаний, выраженного через потенциал взаимодействия исследователей — *Pat_potential*. Иными словами, контроль на фиксированные эффекты показывает, что прирост потенциала для взаимодействий между исследователями на одну единицу значения оказывал в среднем небольшую, но весьма статистически значимый негативный эффект на число потенциально коммерциализируемых патентов. Полученный результат противоречит выдвинутой гипотезе о положительной связи между перетоком знаний из близлежащих регионов и инновационной производительностью. Использование же в качестве индикатора средней патентной активности соседних

Рис. 5. Диаграммы рассеяния зависимости инновационной производительности (I_{Innov}) от определяющих ее факторов (А, В, С)

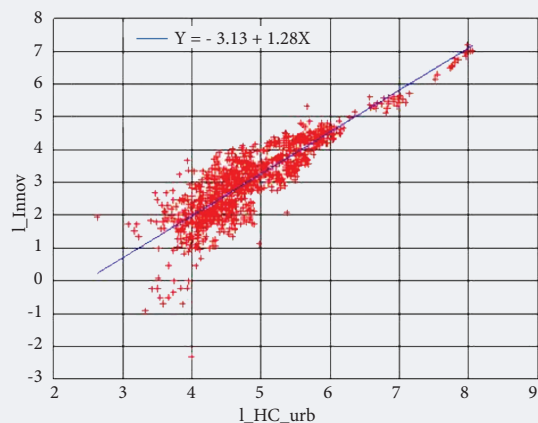
А — затраты на приобретение оборудования (I_{Rnd_infra})



В — усредненная патентная активность в соседних регионах (I_{Neigh_innov})



С — численность экономически активных горожан с высшим образованием (I_{HC_urb})



Источник: составлено авторами.

регионов позволяет сделать противоположный вывод о распространении знаний и тенденции к выравниванию уровня технологического развития. Выявленные закономерности, в том числе отраженные на картосхеме (см. рис. 3), демонстрируют, что российская инновационная система имеет центр-периферийную структуру, предполагающую концентрацию знаний и высококвалифицированных исследователей в регионах-лидерах с высоким научно-техническим потенциалом и развитой инновационной экосистемой. Близость регионов-доноров к «ядру системы» служит отрицательным фактором ее развития. Вместе с тем, поскольку ограничений для перетока знаний в форме патентов в этом случае значительно меньше, близость к «центру» из негативного становится позитивным условием.

Плотность населения и доля горожан предсказуемо не оказали влияния на модель, что подтверждает предположение о высокой концентрации человеческого капитала и основных фондов в региональных столицах (оценки не приводятся). Диаграмма рассеяния реальных и расчетных показателей инновационной активности в регионах представлена на рис. 6.

На наш взгляд, предложенная модель достаточно хорошо описывает динамику патентования в регионах России за рассматриваемый период.

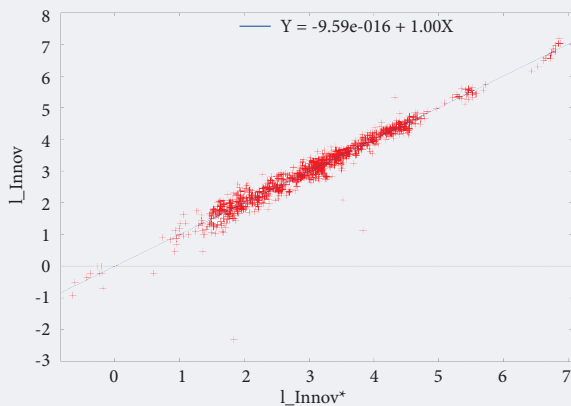
Оценка факторов и анализ инновационной динамики экономически активных горожан в регионах

В роли зависимой переменной при определении факторов инновационной активности горожан выступило число потенциально коммерциализируемых патентов в регионе ($Innov$) на единицу экономически активного городского населения (см. рис. 4, табл. 5).

На инновационную активность в регионе положительно влияет качество человеческого капитала, выраженное через долю занятых с высшим образованием. Большую склонность к созданию инноваций демонстрируют люди, окончившие университет, т. е. приобретшие знания, достаточные для разработки новых технологий. Значимостью обладают те же виды затрат на ИиР, что и в предыдущей модели. Неожиданной оказалась незначимость затрат на оплату труда в науке в пересчете на единицу экономически активного городского населения, которая в теории должна стимулировать потенциальных инноваторов. Такой результат может свидетельствовать о неэффективности системы оплаты труда ученых либо их незаинтересованности в регистрации результатов ИиР в силу чрезмерной трудоемкости процедуры патентования.

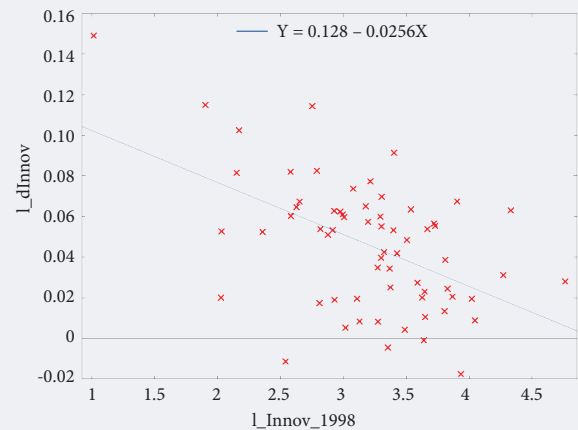
На рис. 7 отражена отрицательная зависимость между среднегеометрическими темпами роста инновационной активности в регионах сегодня и в 1998 г. Для субъектов РФ в целом характерна конвергенция темпов инновационной деятельности, которая опровергает выводы таких работ, как [Бабурин, Земцов, 2013], посвященных концентрации и поляризации патентной активности. Впрочем, подобная зависимость оказалась сравнительно слабой ($R^2 0.5$), что ставит под сомнение выдвинутый тезис о региональном взаимодействии.

Рис. 6. Диаграмма рассеяния реальных и расчетных значений инновационной активности в субъектах РФ



Источник: составлено авторами.

Рис. 7. Инновационное взаимодействие в регионах России



Источник: составлено авторами.

Выявленное ранее расхождение в оценках коэффициентов регрессии по годам придает особый интерес динамике таких базовых факторов, как человеческий и основной капитал, которая описана с помощью видоизмененной модели Мэнкью–Ромера–Вэйла [Mankiw et al., 1992]:

$$\ln\left(\frac{Innov}{EAU}\right) = A + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(High_empl) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln\left(\frac{RnD_inf\ ra}{EAU}\right) - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n) + \varepsilon, \quad (9)$$

Табл. 5. Результаты расчета модели 2 с фиксированными эффектами (зависимая переменная — число потенциально коммерциализируемых патентов на единицу экономически активного городского населения)

Регрессионное уравнение	1	2	3
Константа	1.86** (0.16)	1.77*** (0.16)	1.79** (0.16)
Доля занятых с высшим образованием	0.51*** (0.06)	0.48*** (0.06)	0.45*** (0.06)
Реальные внутренние затраты на приобретение оборудования на единицу экономически активного городского населения	0.06*** (0.01)	–	0.05*** (0.01)
Реальные внутренние затраты на фундаментальные исследования на единицу экономически активного городского населения	–	0.05*** (0.01)	0.05*** (0.01)
Реальные внутренние затраты на прикладные исследования на единицу экономически активного городского населения	–	0.03*** (0.01)	0.03** (0.01)
LSDV R ²	0.84	0.85	0.85
Критерий Акаике	459.21	451.06	433.10
Критерий Шварца	792.47	788.15	774.23
F-критерий на спецификацию модели. Нулевая гипотеза: Pool против FE (p-значение)			42.10 (0.00)
LM-критерий на спецификацию модели. Нулевая гипотеза: Pool против RE (p-значение)			2805.04 (0.00)
Критерий Хаусмана на спецификацию модели. Нулевая гипотеза: RE против FE (p-значение)			25.78 (0.00)
Тест Вальда на гетероскедастичность. Нулевая гипотеза: наблюдения имеют общую дисперсию ошибки (p-значение)			4989.95 (0.00)
Тест на нормальное распределение ошибок. Нулевая гипотеза: ошибки распределены по нормальному закону (p-значение)			581.95 (0.00)

Примечание: проверки на влияние региональной структуры и временной динамики показали, что модель точно и эффективно оценивает различия субъектов, однако слабо учитывает временные эффекты. Для каждого региона распределение по годам является одинаковым и нормальным. Вследствие этого при оценке between-модели можно ожидать выполнения стандартных предположений о распределении остатков регрессии. Значимость коэффициентов регрессии: * — 10%; ** — 5%; *** — 1%. В скобках — значения стандартной ошибки. Число наблюдений: 67i*15t = 1005.

Источник: составлено авторами.

Рис. 8. Динамика эластичности инновационной производительности по вложениям человеческого и физического капитала (%)



Источник: составлено авторами.

где EAU — экономически активное городское население; $High_empl$ — доля занятых с высшим образованием; RnD_infra — затраты на ИиР; n — темп роста экономически активного городского населения в регионе¹²; α и β — эластичности инновационного выпуска по человеческому и основному капиталу соответственно.

Решение системы уравнений дает следующие оценки для α и β :

$$\begin{cases} \alpha = \frac{\theta_1}{1 + \theta_1 + \theta_2} \\ \beta = \frac{\theta_2}{1 + \theta_1 + \theta_2} \end{cases}, \quad (10)$$

где θ_1 и θ_2 — полученные коэффициенты регрессии при логарифмах доли занятых с высшим образованием и затрат на ИиР на единицу экономически активного городского населения соответственно.

Расчеты коэффициентов регрессии за 14-летний период (1998–2011 гг.) осуществлялись с помощью метода наименьших квадратов для каждого года (рис. 8).

С начала 2000-х гг. в российском инновационном секторе все более значимую роль играет человеческий капитал. Роль затрат на ИиР снижается, свидетельствуя как об их неэффективности, так и о слабой ориентации на патентование. При этом в начале периода вклад расходов на оборудование и материалы для ИиР был выше в сравнении с человеческим капиталом. Таким образом, в течение 2000-х гг. патентная активность все сильнее концентрируется в регионах с высоким уровнем данного показателя на фоне общего роста его значимости для инновационной активности в России. Схожие результаты при моделировании экономического роста в субъектах РФ приведены в работах [Комарова, Павишок, 2007; Комарова, Крицына, 2012].

Заключение

Сформированная база данных социально-экономических показателей регионов Российской Федерации за 1998–2011 гг. позволила оценить эффективность различных видов затрат на ИиР и проверить выдвинутые гипотезы. Недостатки базы данных, связанные с качеством национального статистического учета и самих патентов, были сглажены за счет нового индикатора, который включал оценку коммерциализируемости российских и зарубежных патентов. Разработанный индикатор позволил максимально достоверно при существующих ограничениях оценить реальный уровень инновационной производительности.

Предложенный в статье показатель человеческого капитала — численность экономически активного городского населения с высшим образованием — доказал свою состоятельность для оценки инновационной активности, поскольку учитывает также агломерационные эффекты. Важнейшими результатами нашей работы представляются выявление ключевой роли человеческого капитала в создании инноваций и подтверждение гипотезы Т. Бреннера и Т. Брёкеля. Экономически активное городское население с высшим образованием, так называемый креативный класс, или жители «первой России» [Зубаревич, 2010; Zubarevich, 2013], должно стать основой инновационного развития и диверсификации экономики страны. Динамика факторов инновационной активности в 2000-е гг. показала рост значимости человеческого капитала.

Процесс формирования региональных инновационных систем является длительным и носит кумулятивный характер, поэтому укоренение таких систем и максимальная отдача от человеческого капитала требуют времени. Эконометрические модели показывают,

¹² В классической модели Мэнкью–Ромера–Вэйла под n подразумевались прирост человеческого капитала, а также его выбытие наряду с основным капиталом [Mankiw et al., 1992].

что качественное и количественное наращивание человеческого капитала на 1% ведет к интенсификации инновационного выпуска и активности в среднем на 0.5%. В то же время увеличение различных форм финансирования на 1% приводит к росту инновационного выпуска лишь на 0.05%. Т. е. повышение затрат на ИиР в регионах России со слабым человеческим капиталом не приведет к пропорционально большей результативности инновационной деятельности.

Впрочем, факторами инновационной активности служат и различные виды затрат на ИиР. Наибольшую положительную значимость имеют расходы на фундаментальные исследования, так как они связаны с финансированием наиболее значимых исследований в Российской академии наук, и на приобретение оборудования, что объясняется высоким износом основных фондов в России. Роль затрат на оплату труда исследователей оказалась незначимой, что несколько противоречит базовым предпосылкам экономической теории, но может указывать на неэффективность системы оплаты труда. В итоге оценка влияния фундаментальных экономических стимулов на результативность ИиР оказывается затруднена и требует дополнительных усилий по анализу эффектов, порождаемых различными видами финансирования науки.

Разработанный показатель межрегионального перетока знаний через потенциал взаимодействия ученых позволил определить значение этого фактора для инновационного развития регионов России. Эконометрический анализ подтвердил четко выраженную центр-периферийную структуру национальной инновационной системы [Бабурин, Земцов, 2013]. Наблюдаемый отток ученых в более развитые соседние

регионы ведет к росту кадрового потенциала крупнейших исследовательских центров и углублению технологического разрыва между лидерами и аутсайдерами. Вместе с тем патентная активность в соседних регионах положительно влияет на инновационный выпуск того или иного субъекта РФ. Данное противоречие можно объяснить миграционным характером перетока знаний, когда ученые проходят обучение в регионах — лидерах инновационной активности для последующего наращивания технологического потенциала отстающих территорий страны. Подобная динамика может быть связана и со специализацией различных регионов, которая ведет к оттоку специалистов определенной отрасли и притоку более релевантных научных кадров. Этот сложный вопрос требует более подробного изучения.

Проведенное исследование показало, что рынок инноваций в России недостаточно развит, их финансирование неэффективно, а качество регистрируемых изобретений остается низким. Выход из подобной ситуации видится в формировании благоприятной для развития инновационного предпринимательства среды. Необходимо создать привлекательные условия для частных, в том числе венчурных, инвестиций в ИиР и развития рынка интеллектуальной собственности. Как показывает зарубежный опыт, именно эти факторы создают благоприятный климат для развития инноваций на национальном уровне.

Статья подготовлена по результатам исследования, проведенного в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), и с использованием средств субсидии в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации «5-100».

Библиография

- Архипова М.Ю., Карпов Е.С. (2012) Анализ и моделирование патентной активности в России и развитых странах мира // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. № 4. С. 286–293.
- Бабурин В.Л., Земцов С.П. (2013) География инновационных процессов в России // Вестник Московского университета. Серия «География». Т. 5. С. 25–32.
- Барина В.А., Мальцева А.А., Сорокина А.В., Еремкин В.А. (2014) Подходы к оценке эффективности функционирования объектов инновационной инфраструктуры в России // Инновации. № 3 (185). С. 2–11.
- Бортник И.М., Зинов В.Г., Коцюбинский В.А., Сорокина А.В. (2013) Вопросы достоверности статистической информации об инновационной деятельности в России // Инновации. № 10 (180). С. 10–17.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2010) Новая инновационная политика в контексте модернизации экономики // Журнал Новой экономической ассоциации. № 7. С. 141–143.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2011) Стратегия-2020: новые контуры российской инновационной политики // Форсайт. Т. 54. № 4. С. 8–30.
- Деттманн Е., Домингес Лакаса И., Гюнтер Ю., Йиндра Б. (2014) Детерминанты зарубежной технологической активности: количественный анализ транснациональных патентов // Форсайт. Т. 8. № 1. С. 34–51.
- Зубаревич Н.В. (2010) Города как центры модернизации экономики и человеческого капитала // Общественные науки и современность. № 5. С. 5–19.
- Комарова А.В., Крицына Е.А. (2012) О вкладе человеческого капитала в рост ВРП регионов России // Вестник НГУ. Серия «Социально-экономические науки». Т. 12. № 3. С. 5–14.
- Комарова А.В., Павшук О.В. (2007) Оценка вклада человеческого капитала в экономический рост регионов России (на основе модели Мэнкью–Ромера–Уэйла) // Вестник НГУ. Серия «Социально-экономические науки». Т. 7. № 3. С. 191–201.
- Майсснер Д. (2012) Экономические эффекты «перетока» результатов научно-технической и инновационной деятельности // Форсайт. Т. 6. № 4. С. 20–31.
- Маринов О.С., Савин И.В. (2010) Факторы инновационной активности российских регионов: моделирование и эмпирический анализ // Экономика региона. № 3. С. 235–244.
- НБК Групп (2013) Патентная активность: Россия vs США. Аналитическое исследование из цикла «Индикаторы инновационного развития российской экономики». М.: ООО «НБК-Групп».

- НИУ ВШЭ (2014) Наука. Инновации. Информационное общество: 2014: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- Пилиясов А.Н. (ред.) (2012) Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания. Смоленск: Ойкумена.
- Суслов В.И. (ред.) (2007) Инновационный потенциал научного центра: методологические и методические проблемы анализа и оценки. Новосибирск: ИЭОПП.
- Штерцер Т.А. (2005) Эмпирический анализ факторов инновационной активности в субъектах РФ // Вестник НГУ. Серия «Социально-экономические науки». Т. 5. №. 2. С. 100–109.
- Acs Z.J., Braunerhjelm P., Audretsch D.B., Carlsson B. (2009) The knowledge spillover theory of entrepreneurship // *Small Business Economics*. Vol. 32. № 1. P. 15–30.
- Adams J.D., Black G.C., Clemmons J.R., Stephan P.E. (2005) Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US universities, 1981–1999 // *Research Policy*. Vol. 34. № 3. P. 259–285.
- Adams J.D., Jaffe A.B. (2002) Bounding the effects of R&D: An investigation using matched firm and establishment data // *Rand Journal of Economics*. Vol. 27. P. 700–721.
- Belenzon S., Schankerman M. (2013) Spreading the word: Geography, policy, and knowledge spillovers // *Review of Economics and Statistics*. Vol. 95. № 3. P. 884–903.
- Bottazzi L., Peri G. (2003) Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data // *European Economic Review*. Vol. 47. № 4. P. 687–710.
- Brenner T., Broekel T. (2009) Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units // *Industry and Innovation*. Vol. 18. № 1. P. 7–37.
- Crescenzi R., Jaax A. (2015) Innovation in Russia: The territorial dimension. Papers in Evolutionary Economic Geography № 1509. Utrecht: Utrecht University.
- Feldman M.P. (1999) The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies // *Economics of Innovation and New Technology*. Vol. 8. № 1–2. С. 5–25.
- Feldman M.P., Florida R. (1994) The geographic sources of innovation: Technological infrastructure and product innovation in the United States // *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 84. № 2. С. 210–229.
- Florida R.L. (2002) *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. New York: Basic Books.
- Fritsch M., Franke G. (2003) Innovation, regional knowledge spillovers and R&D cooperation // *Research Policy*. Vol. 33. №. 2. P. 245–255.
- Griliches Z. (1979) Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth // *The Bell Journal of Economics*. Vol. 10. № 1. P. 92–116.
- Griliches Z. (1984) Introduction to 'R&D, Patents, and Productivity' // *R&D, Patents, and Productivity* (ed. Z. Griliches). National Bureau of Economic Research, University of Chicago. P. 1–20.
- Griliches Z. (ed.) (2007) *R&D, patents and productivity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hanson G.H. (2005) Market potential, increasing returns and geographic concentration // *Journal of International Economics*. Vol. 67. № 1. P. 1–24.
- Head K., Mayer T. (2004) Market potential and the location of Japanese investment in the European Union // *Review of Economics and Statistics*. Vol. 86. № 4. P. 959–972.
- Jaffe A.B. (1989) Real effects of academic research // *The American Economic Review*. Vol. 79. № 5. P. 957–970.
- Jaffe A.B., Trajtenberg M., Henderson R. (1992) *Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Lei Z., Sun Z., Wright B. (2012) Patent subsidy and patent filing in China. Berkeley: UCLA.
- Leslie T.F., O'hUallacháin B. (2007) Rethinking the regional knowledge production function // *Journal of Economic Geography*. Vol. 7. P. 737–752.
- Mankiw N.G., Romer D., Weil D.N. (1992) A Contribution to the Empirics of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 107. № 2. P. 407–437.
- Maurseth P.B., Verspagen B. (2002) Knowledge spillovers in Europe: A patent citations analysis // *The Scandinavian Journal of Economics*. Vol. 104. № 4. P. 531–545.
- Perret J.K. (2014) *Knowledge as a Driver of Regional Growth in the Russian Federation*. Heidelberg: Springer.
- Polanyi M. (1966) The logic of tacit inference // *Philosophy*. Vol. 41. № 155. P. 1–18.
- Romer P.M. (1986) Increasing returns and long-run growth // *The Journal of Political Economy*. Vol. 94. № 5. P. 1002–1037.
- WIPO (2013) *PCT Yearly Review 2013*. Geneva: World Intellectual Property Organization.
- Zubarevich N. (2013) Four Russias: Human Potential and Social Differentiation of Russian Regions and Cities // *Russia 2025: Scenarios for the Russian Future* / Eds. M. Lipman, N. Petrov). London, New York: Palgrave MacMillan. P. 67–85.