

УДК 338.46, 608.1, 347.77
JEL R11, R12, O32, O33

В. Л. Бабурин¹, С. П. Земцов²

¹ *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Ленинские горы, 1, Москва, 119991, Россия*

² *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
пр. Вернадского, 82, стр. 1, Москва, 119571, Россия*

vbaburin@yandex.ru, zemtsov@ranepa.ru

ФАКТОРЫ ПАТЕНТНОЙ АКТИВНОСТИ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Затраты на поддержку инновационной деятельности на региональном уровне в России ежегодно растут, поэтому требуется адекватная оценка инновационного выпуска. Одним из видимых индикаторов инновационной деятельности является число патентов на изобретения. При этом в России наблюдается сильная дифференциация между регионами по результатам изобретательской активности. В работе с помощью производственной функции знаний исследуются факторы, оказывающие воздействие на создание новых патентов. Основная гипотеза состояла в том, что патентная активность в России слабо поддается моделированию из-за высокой доли низкокачественных патентных заявок, не имеющих коммерческой ценности. Эконометрический анализ показал, что в наибольшей степени на патентную активность влияют качество человеческого капитала, затраты на научные исследования и потенциальные межрегиональные перетоки знаний. В теоретических работах и ряде эмпирических работ за рубежом доказывается большая роль затрат на научные исследования, в России же основным фактором является человеческий капитал.

Ключевые слова: инновации, инновационный потенциал, патентная активность, человеческий капитал, регионы России, производственная функция знаний, НИОКР, перетоки знаний.

В России сегодня создано значительное число инструментов поддержки инновационной деятельности, сформирована необходимая инновационная инфраструктура в большинстве регионов [1]. Затраты на поддержку инновационной активности ежегодно растут, но наблюдается сильная дифференциация между регионами по результатам изобретательской деятельности.

Одним из общепризнанных, но часто критикуемых, результатов инновационной деятельности являются зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности (патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы и т. д.). Уже многие десятилетия в данном качестве выступают патенты на изобретения [2; 3]. Но являясь результатом изобретательской деятельности, не все патенты будут коммерциализируются и воплощаются в инновационную продукцию. Информация о патентах, как и в целом статистика по инновационной деятельности, в России не всегда может считаться надежной [4].

Патентная активность в России отличается невысоким уровнем патентных заявок и низким качеством их проверок [5]. Многие заявки не несут реальной ценности. Доказательством данного утверждения также может служить то, что один регион способен многократно увеличить инновационную активность в течение нескольких лет без соответствующего изменения числа исследователей и объемов затрат на научные исследования и опытно-конструкторские разработки (НИОКР). В ряде регионов, наоборот, патентная активность низка,

Бабурин В. Л., Земцов С. П. Факторы патентной активности в регионах России // Мир экономики и управления. 2016. Т. 16, № 1. С. 86–100.

возможно, носит случайный характер, например, в Ненецком автономном округе. Кроме того, для российских регионов в среднем характерна низкая доля коммерциализированных патентов, в 2000-х гг. не превосходившая 7 %¹. Невысокий уровень коммерциализируемости российских патентов может говорить о невысоком качестве разрабатываемых технологий и / или о низком качестве проверки патентов.

Изначально сама необходимость регионального анализа инновационных процессов ставилась под сомнение, и до сих пор ведется дискуссия, какой территориальный уровень исследований предпочтителен [6]. Необходимость изучения региональных факторов патентной активности обосновывается в рамках концепций перетока и неявных знаний. Особенность знаний в их неделимости, возможности использовать неограниченное число раз и ограниченной возможности исключить других агентов от пользования ими, поэтому инновационная деятельность одного агента порождает положительные внешние эффекты для других, так называемые знаниевые экстерналии, или перетоки знания (от англ. *knowledge spillover*) [7]. Часть знаний, неявные знания, не может быть полностью формализована, а передается только «от учителя к ученику». В обоих случаях локализация знаний и их генерация происходят на локальном и региональном уровнях.

Цель данной работы – выявить и изучить факторы, влиявшие на патентную активность в регионах России в 1998–2012 гг.

В первой части статьи проанализированы основные модели и эмпирически выявленные факторы патентной активности, во второй – представлена методика исследования, а в третьей – основные результаты.

Производственная функция знаний как основная модель исследования патентной активности

Современные работы по оценке факторов инновационной деятельности преимущественно основаны на использовании производственной функции знаний [6; 8–14]. Авторы за основу взяли представления о производственной функции знаний (ПФЗ), предложенной П. Ромером и Ц. Грилихесом в конце 1980-х гг. [11; 13].

В своей модели ПФЗ П. Ромер [13; 15] разделил экономику на три сектора: исследовательский, сектор производства средств производства и сектор производства конечной продукции. В исследовательском секторе в результате использования сконцентрированного человеческого капитала H_R и существующего запаса знаний A получается новое знание, которое затем материализуется в виде новых технологий. Прирост нового знания выражается формулой

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

где δ – коэффициент производительности H_R ; v и s – эмпирические коэффициенты.

Для упрощения предполагается, что сектор производства средств производства не располагает своим человеческим капиталом, а оплачивает труд ученых по созданию новых технологий в первом секторе. После приобретения и освоения новой технологии фирма второго сектора защищает патентом свое монопольное право на ее использование и налаживает выпуск соответствующих средств производства для фирм третьего сектора. В третьем секторе на основе полученных средств производства, затрат труда и человеческого капитала обеспечивается выпуск конечной продукции потребительского назначения. Сфера НИОКР влияет на экономику через прикладные идеи и разработки. Само ее существование является необходимым, но недостаточным условием экономического роста.

Знак коэффициента s может быть положительным, если знания, полученные в ходе предыдущих исследований, увеличивают производительность в научном секторе. Величины v и s имеют большое значение в теоретических моделях. В общем случае сумма v и s не равна единице, если она меньше единицы и имеет место убывающая отдача от масштаба. В модели Ромера 1989 г. используется линейная спецификация функции, при которой увеличение человеческого капитала на 1 % ведет к увеличению темпов прироста знаний на δ процентов.

¹ Патентная активность России и США: аналитическое исследование из цикла «Индикаторы инновационного развития российской экономики», 2013 г. URL: http://www.nbkg.ru/researches/patent_activity_russia_vs_usa.pdf

Ц. Грилихес [3] использовал схожие с П. Ромером предпосылки, но специфицировал ПФЗ иным образом. Концепция основана на модели «затраты – выпуск», когда зависимой переменной выступают результаты инновационной деятельности, а независимыми переменными – затраты:

$$\ln Patent = \beta_0 + \beta_1 \times \ln Rnd_exp + \varepsilon, \quad (2)$$

где *Patent* – число патентов; *Rnd_exp* – затраты на НИОКР; β_j – эмпирические коэффициенты; ε – остаток.

Расширенная версия модели может включать также человеческий капитал, выраженный через число лет обучения (*Educ_years*) либо через число занятых в НИОКР (*Rnd_empl*), или через долю специалистов высшей квалификации, что роднит данную спецификацию ПФЗ со спецификацией П. Ромера. В этом случае патентная активность зависит от произведения числа занятых в НИОКР и затрат на НИОКР. Иными словами, в отсутствие ученых или финансирования патентная активность будет стремиться к нулю².

В ходе эмпирической оценки данной функции была выявлена слабая зависимость на уровне стран и на уровне фирм, а на уровне отраслей, регионов и местных сообществ зависимость оказалась значимой [9]. Было высказано предположение о существовании внешних эффектов (знаниевых экстерналий), возникающих при интенсивном взаимодействии инновационных агентов, сконцентрированных в одном месте. Так называемые перетоки знания (от англ. *knowledge spillovers* [7; 12; 17; 18]) – это процесс, в рамках которого «знание, созданное одной компанией, может быть использовано другой без компенсации или с компенсацией, меньшей, чем стоимость самого знания» [7]. Поэтому постепенно представления о необходимости локализации инновационных процессов на региональном уровне стали превалировать в научной среде, что отразилось на инструментах поддержки новых технологий с помощью развития инновационной инфраструктуры [9].

Природа перетоков знаний тесным образом связана с агломерационными и локализационными внешними эффектами [13; 19; 20]. Существует дискуссия о причинах данных эффектов. Первое объяснение связывают с эффектами кластеризации (локализации), или эффектами Маршалла – Эрроу – Ромера, а второе – с эффектами урбанизации, или Джейкобс-эффектами. Эффекты кластеризации возникает при совместной локализации предприятий в общей сфере деятельности, т. е. специализации территории в отдельной отрасли; эффекты урбанизации проявляются в двух направлениях – экономия от концентрации и плотности деятельности и экономия от диверсификации деятельности.

С нашей точки зрения, важным фактором инновационной деятельности на современном этапе являются запросы рынка (от англ. *market pull*) в отличие от рассматриваемой ранее технологической детерминации (от англ. *technology push*) [16].

Регионы могут обладать специфическими факторами, влияющими на интенсификацию взаимодействия между инновационными агентами, такие как плотность населения, плотность городов, инфраструктуры, привлечение внешних инвестиций и т. д.

Методика исследования и построение эмпирической модели

Авторы предлагают следующую общую модель для исследования патентной активности, включающую основные факторы производственной функции знаний и дополнительные факторы, выявленные при анализе предыдущих исследований (*X*):

$$\ln(Pat_act_i) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln(Human_Cap_i) + \beta_2 \times \ln(Pat_stock_i) + \beta_3 \times \ln(Rnd_exp_i) + \beta_5 \times \ln(X_i) + \varepsilon \quad (3)$$

где *i* – регион, (*Pat_act* – зависимая переменная: *Pat_rus* – число российских заявок на патенты на изобретения на млн чел., *Pat_PCT* – число международных патентных заявок (PCT) на изобретения на 10 млн чел.³); *Human_cap* – человеческий капитал (*High_educ* – доля заня-

² В эмпирических моделях используются либо первая, либо вторая переменные, так как они сильно коррелируют (см. например, [16]).

³ На любое изобретение в течение 12 месяцев с даты подачи российской заявки может быть подана международная заявка по процедуре Договора о патентной кооперации (от англ. *Patent Cooperation Treaty* (PCT)).

тых с высшим образованием, %, $Educ_year$ – среднее число лет обучения занятых, PhD – численность исследователей с ученой степенью, тыс. чел.); RnD_empl – численность занятых в НИОКР на 10 тыс. чел.; Pat_Stock – накопленные знания кумулятивно с 1994 г. (Pat_stock1 – число ранее поданных заявок и Pat_stock2 – число использованных патентов); RnD_exp – затраты на НИОКР, руб. на чел. по видам (RnD_basic – на фундаментальные исследования, RnD_appl – на прикладные исследования, RnD_dev – на разработки).

$$X_i = f(\text{Infra} + \text{Pat_demand} + \text{Knowledge_spillovers} + \text{Agglomeration} + \text{Specialization} + \text{Pop_dens}), \quad (4)$$

где $Infra$ – инфраструктура, описываемая Pat_law – числом патентных поверенных в регионе на 1 000 жителей; Pat_demand – спрос на инновации, выраженный числом использованных патентов на душу населения (Pat_rus_used); $Knowledge_spillovers$ – оценка перетоков знания с помощью патентного потенциала ($Pat_potential$) (формула 7); $Agglomeration$ – оценка агломерационных эффектов: $Urban$ – доля городских жителей и $Unr_Variety$ – «несвязанное разнообразие» [21], выраженное в разнообразии деятельности (индекс энтропии Шеннона по структуре занятости), Pop_dens – плотность населения, чел. на кв. км; $Specialization$ – оценка локализационных эффектов, выраженная через Ind_conc – индекс концентрации Херфиндала – Хиршмана по структуре промышленности⁴.

Тогда частная модель, тестируемая в данном исследовании, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \ln(Pat_act_i) = & \beta_0 + \beta_1 \times \ln(Human_Cap_i) + \\ & + \beta_2 \times \ln(Pat_stock_i) + \beta_3 \times \ln(RnD_exp_i) + \\ & + \beta_6 \times \ln(Pat_rus_used) + \beta_7 \times \ln(Pat_potential) + \\ & + \beta_8 \times \ln(Urban) + \beta_9 \times \ln(Unr_variety) + \\ & + \beta_{10} \times (Ind_conc) + \beta_{11} \times \ln(Pop_dens) + \varepsilon. \end{aligned} \quad (5)$$

Измерить патентный переток знаний по российским данным невозможно, так как недоступна информация о цитировании патентов, но можно оценить объем потенциальных внешних эффектов, связанных с высокой плотностью и близостью патентных центров. Известно, что число цитирований изобретателями друг друга резко падает при увеличении расстояния между местами регистрации патентов более чем на 200 км [12; 17]. Поэтому мы предполагали, что чем больше расстояние между региональными центрами, в которых в большинстве случаев и концентрируется патентная активность⁵, тем ниже вероятность взаимодействия исследователей, а соответственно тем ниже межрегиональные перетоки знаний. Патентный потенциал регионов [5] по аналогии с рыночным потенциалом (V_j) рассчитывался с помощью следующей спецификации гравитационной модели⁶:

$$V_j = \sum P_i / D_{ji}^n, \quad (6),$$

где P_i – число выданных патентов на 100 тыс. жителей в городе (региональном центре) i ; D_{ji} – расстояние от города j , потенциал которого мы определяем, до города i , км; n – коэффициент пропорциональности, показывающий скорость снижения интенсивности взаимодействий между изобретателями по мере увеличения расстояния между ними.

Патентный потенциал ожидаемо высоко сконцентрирован в районе Московской агломерации и крупнейших региональных центров (рис. 1): Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода и Казани. Патентный потенциал (по аналогии с рыночным потенциалом) является показателем выгодности географического положения, в данном случае можно вести речь о выгодности инновационно-географического положения. Например, Кемеровская область не обладает

Оформление патента PCT может занять около 1,5 лет, стоимость оформления существенно выше российских заявок, поэтому их уровень коммерциализуемости и применимости выше.

⁴ Одновременно может служить и индикатором перетока знаний, так как внешние эффекты от создания новых знаний выше в близких отраслях.

⁵ Даже если патентная активность высока в регионе в связи с расположением в нем крупного наукограда, чаще всего закрытые территориальные образования в СССР создавались не далее 50 км от регионального центра.

⁶ Гравитационные модели часто используются для оценки потенциальных торговых связей (экспорт / импорт), объемов потенциальной миграции населения и проч. Коэффициент n чаще всего равен 2.

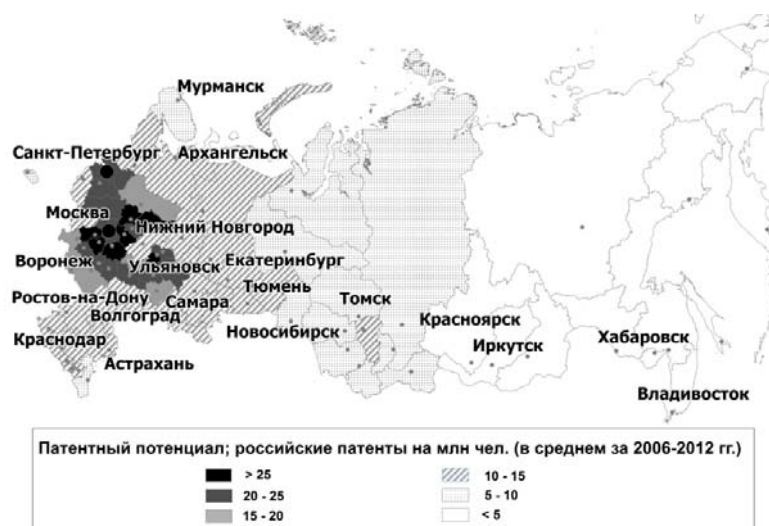


Рис. 1. Патентный потенциал регионов России (*Pat_potential*)

высокими показателями патентной активности, но благодаря близости к Томской и Новосибирской областям обладает средним патентным потенциалом, что потенциально должно повышать интенсивность межрегиональных взаимодействий изобретателей и заимствований данных. Патентный потенциал закономерно стремительно снижается в сторону восточных менее плотно заселенных и более удаленных друг от друга регионов.

Исходя из анализа теоретических и эмпирических работ в данном исследовании тестируются следующие гипотезы.

1. Модель производственной функции знаний, учитывающая человеческий капитал, накопленный объем знаний и расходы на НИОКР, плохо описывает патентную (инновационную) активность в России в результате существенных искажений, в том числе связанных с низким качеством статистических данных.

2. В России человеческий капитал в значительно большей степени определяет патентную активность, чем затраты на НИОКР из-за низкой эффективности последних.

3. В модели производственной функции знаний расходы на НИОКР в целом меньше влияют на патентную активность, чем расходы на опытно-конструкторские разработки, так как значительная часть первых идет на фундаментальные исследования.

4. Фактор межрегионального перетока знаний в России незначим из-за большой взаимной удаленности регионов и / или низкой интенсивности взаимодействия между учеными и исследователями.

5. Большое значение в России имеют агломерационные и локализационные эффекты из-за высокой концентрации исследователей в отдельных центрах.

В исследовании преимущественно использовались данные официальной государственной статистики. Была рассчитана панельная регрессия с фиксированными эффектами (использование данной модели подтверждается проведенным тестом Хаусмана). В качестве патентной базы использовалась открытая база «Информационно-поисковая система» ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности (http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru).

В моделях использованы две зависимые переменные, связанные с российскими (рис. 2) и международными (рис. 3) патентными заявками. Международные (PCT) патенты использовались для верификации данных по российским патентам.

Региональная структура патентной активности хорошо показывает центр-периферийную модель инновационной системы России, когда высокая патентная активность характерна для ряда регионов-ядер, объединенных в межрегиональные кластеры. Распределение международных заявок между регионами значительно более сконцентрировано в крупнейших агломерациях – «ядрах».

Наша основная гипотеза основана на утверждении, что патентная активность в регионах не всегда может быть объяснена с помощью традиционных факторов. Самый яркий пример –

изобретательская активность в Ивановской области (рис. 4). В регионе в 2006 г. число патентных заявок выросло в разы. Отметим, что и процент выданных патентов резко увеличился⁷. В связи с этим авторы предполагают, что уровень проверки патентов может не соответствовать современным требованиям. Поэтому была проведена верификация патентной активности регионов с целью выявления аномальных выбросов. В качестве формального критерия авторы использовали значение коэффициента вариации по годам (отношение стандартного отклонения к среднему арифметическому) равное 0,4. На рис. 4 показаны регионы, которые не были учтены в регрессии. В большинстве из этих регионов создается лишь несколько патентов в год, поэтому их значениями можно пренебречь.



Рис. 2. Региональная структура российских патентных заявок (*Pat_rus*)

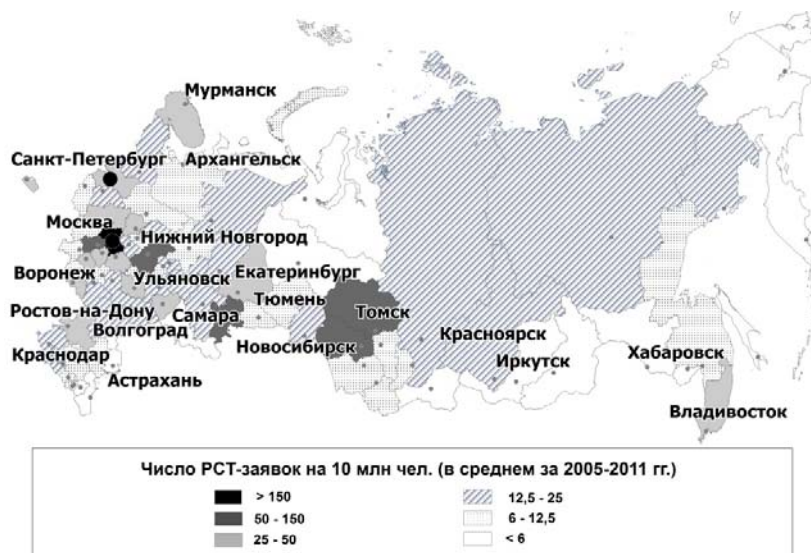


Рис. 3. Региональная структура международных патентных заявок (*Pat_PCT*)

⁷ Поиск по патентной базе выявил, что тысячи заявок были зарегистрированы в составе команд изобретателей доктором технических наук, профессором Ивановского государственного политехнического университета Ю. А. Щепочкиной. Среди 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), «Бильярдный шар» (РФ № 2546478).

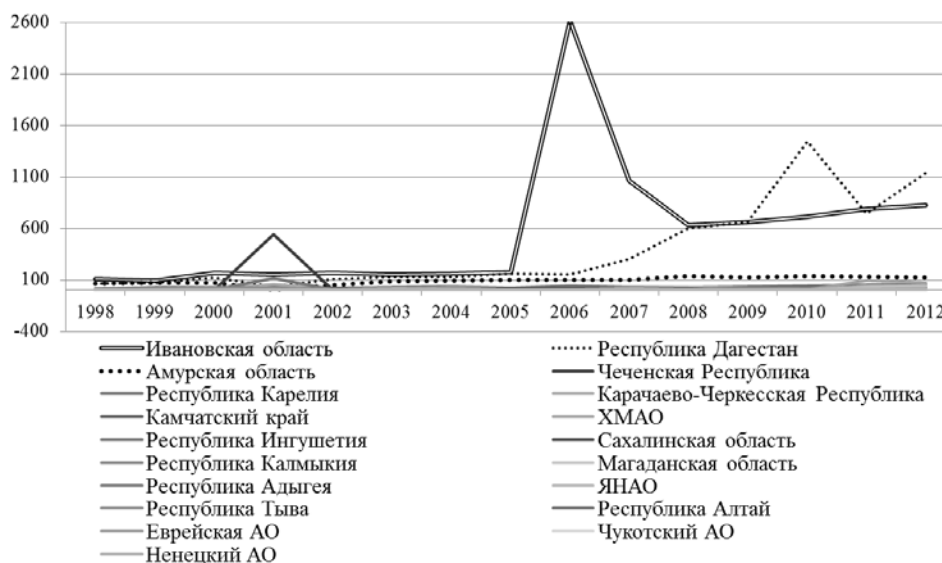


Рис. 4. Динамика патентной активности регионов, исключенных из выборки

Методика предполагала последовательное тестирование различных гипотез о значимости факторов, перечисленных ранее. К базовой модели, учитывающей человеческий капитал, накопленные знания и расходы на НИОКР, прибавлялись последовательно иные потенциальные факторы. В случае если они снижали коэффициент аппроксимации (R^2) и не были значимы, то в модели они не использовались.

Результаты и их обсуждение: роль человеческого капитала и перетоков знания

Выявление факторов российской патентной активности в регионах России. Для снижения эффектов, связанных с возможной мультиколлинеарностью, была проанализирована матрица взаимных корреляций (табл. 1), выявившая, как и ожидалось, высокий коэффициент корреляции между разными видами НИОКР и индикаторами человеческого капитала. Из двух индикаторов, описывающих переменную, выбирался тот, который повышал коэффициент аппроксимации модели.

В модели 1 использованы данные о патентных заявках в Роспатент в качестве зависимой переменной. Результаты расчета регрессий (указаны значимые переменные) представлены в табл. 2.

Основные факторы патентной активности: человеческий капитал, выраженный через долю занятых с высшим образованием (*High_educ*), и расходы на НИОКР (*RnD_exp*), что согласуется с предыдущими исследованиями. При этом низкое влияние затрат на НИОКР оказалось неожиданным результатом. Можно утверждать, что увеличение доли занятых с высшим образованием на 1 % приводит к увеличению числа российских заявок на получение патентов на 0,18–0,28 %, в то время как затраты на НИОКР увеличивают патентную активность лишь на 0,04–0,05 %.

При введении в модель патентного потенциала он оказывается наиболее значимой переменной, что говорит о потенциально высоких внешних эффектах от межрегиональных взаимодействий ученых. Увеличение патентной активности в соседних регионах (с учетом их удаленности) на 1 % приводит к росту числа патентных заявок в исследуемом регионе на 0,5–0,56 %. Данный результат в большей мере является свидетельством наличия в России межрегиональных инновационных кластеров, среди которых Московский, Петербургский, Поволжский, Сибирский и Уральский (см. рис. 2–3), в которых патентная активность увеличивается одновременно [5], но механизмы данного взаимодействия требуют более тщатель-

Таблица 1

Коэффициент корреляции между индикаторами модели *

| Коэффициент | Pat_rus | RnD_dev | RnD_empl | RnD_exp | High_educ | Educ_years | Pop_density | RnD_appl | RnD_basic | Pat_rus_used | Pat_stock2 | Pat_potential |
|---------------|---------|---------|----------|---------|-----------|------------|-------------|----------|-----------|--------------|------------|---------------|
| Pat_rus | 1,00 | 0,72 | 0,71 | 0,65 | 0,56 | 0,50 | 0,50 | 0,48 | 0,40 | 0,39 | 0,34 | 0,24 |
| RnD_dev | 0,72 | 1,00 | 0,82 | 0,87 | 0,47 | 0,45 | 0,33 | 0,58 | 0,52 | 0,46 | 0,41 | 0,34 |
| RnD_empl | 0,71 | 0,82 | 1,00 | 0,85 | 0,41 | 0,40 | 0,34 | 0,64 | 0,57 | 0,27 | 0,19 | 0,14 |
| RnD_exp | 0,65 | 0,87 | 0,85 | 1,00 | 0,61 | 0,61 | 0,21 | 0,83 | 0,82 | 0,28 | 0,30 | 0,13 |
| High_educ | 0,56 | 0,47 | 0,41 | 0,61 | 1,00 | 0,94 | 0,32 | 0,62 | 0,59 | 0,10 | 0,14 | 0,06 |
| Educ_years | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,61 | 0,94 | 1,00 | 0,30 | 0,64 | 0,62 | 0,11 | 0,15 | 0,11 |
| Pop_density | 0,50 | 0,33 | 0,34 | 0,21 | 0,32 | 0,30 | 1,00 | 0,11 | -0,02 | 0,23 | 0,21 | 0,59 |
| RnD_appl | 0,48 | 0,58 | 0,64 | 0,83 | 0,62 | 0,64 | 0,11 | 1,00 | 0,82 | 0,09 | 0,14 | -0,01 |
| RnD_basic | 0,40 | 0,52 | 0,57 | 0,82 | 0,59 | 0,62 | -0,02 | 0,82 | 1,00 | 0,08 | 0,14 | -0,14 |
| Pat_rus_used | 0,39 | 0,46 | 0,27 | 0,28 | 0,10 | 0,11 | 0,23 | 0,09 | 0,08 | 1,00 | 0,84 | 0,42 |
| Pat_stock2 | 0,34 | 0,41 | 0,19 | 0,30 | 0,14 | 0,15 | 0,21 | 0,14 | 0,14 | 0,84 | 1,00 | 0,46 |
| Pat_potential | 0,24 | 0,34 | 0,14 | 0,13 | 0,06 | 0,11 | 0,59 | -0,01 | -0,14 | 0,42 | 0,46 | 1,00 |

* Все коэффициенты значимы на уровне 0,1.

ных исследований. Впрочем, из международного опыта известно, что интенсивность взаимодействия исследователей связана с инновационной активностью \cap -образной зависимостью [22], поэтому интенсивность взаимодействий может увеличиваться, не снижая своей эффективности, до определенного предела, требующего дальнейшей оценки.

Если в регрессию включить плотность населения, она окажется отрицательно значимой переменной, что противоречит предположению об агломерационных эффектах, связанных с концентрацией населения. Но плотность населения в России не всегда свидетельствует о качестве агломерационных процессов и диверсификации экономики.

В ряде моделей значимым оказался показатель числа накопленных знаний, выраженный через число использованных патентов. Если экономика региона в предыдущие периоды использовала патентов выше на 1 %, чем в других регионах, то патентная активность в данный период в нем будет на 0,1 % выше. Косвенно это может также свидетельствовать о некоторой положительной взаимосвязи между числом создаваемых и используемых патентов, а значит, спрос на новые технологии со стороны предприятий в предыдущие периоды оказывает воздействие на патентный выпуск в данный период.

Выявление факторов международной патентной активности в регионах России. Модель 2, описывающая факторы международной патентной активности в регионах России (табл. 3), фактически служит для верификации полученных в модели 1 результатов.

Расчеты подтверждают выявленные ранее закономерности на примере отечественных патентов. Но в качестве переменной человеческого капитала более значимой оказалось среднее число лет обучения, а в качестве переменной, оценивающей финансирование исследований, – расходы на прикладные НИОКР. Среднее число лет обучения занятых – более объективный показатель, чем доля занятых с высшим образованием, так как последний более подвержен снизившемуся качеству высшего образования. Прикладные НИОКР в большей мере связаны с новыми технологиями, чем общие затраты на НИОКР, а потому этот показатель более значим для высоко коммерциализируемых РСТ-заявок. Увеличение средней продолжительности обучения на 1 % ведет к резкому росту международной патентной активности на 5,2–11,8 %, т. е. характерна возрастающая отдача от масштаба. Именно поэтому высоко-

Таблица 2

Результаты расчета модели 1
Панельная регрессия с фиксированными эффектами
984 наблюдения. Зависимая переменная: Pat_rus

| Переменная | Коэффициент (стандартная ошибка) | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | |
| Константа | 3,19 ^{***} (0,19) | 2,96 ^{***} (0,32) | 2,52 ^{***} (0,34) | 1,04 (0,85) | 7,76 ^{***} (1,6) | 5,86 ^{***} (1,61) |
| High_educ | 0,27 ^{***} (0,09) | 0,27 ^{***} (0,08) | 0,18 ^{***} (0,07) | 0,18 ^{***} (0,07) | 0,26 ^{***} (0,08) | 0,18 ^{***} (0,06) |
| Pat_stock2 | 0,1 ^{***} (0,03) | 0,1 ^{***} (0,03) | 0,02 (0,04) | 0,02 (0,04) | 0,07 [*] (0,03) | 0,01 (0,04) |
| RnD_exp | 0,05 ^{***} (0,02) | 0,05 ^{***} (0,02) | 0,01 (0,02) | 0,01 (0,02) | 0,04 ^{**} (0,02) | 0 (0,02) |
| Pat_potential | | | 0,56 ^{***} (0,11) | 0,56 ^{***} (0,11) | | 0,5 ^{***} (0,11) |
| Urban | | | | 0,35 [*] (0,18) | | |
| Pop_dens | | | | | -1,54 ^{***} (0,53) | -1,06 ^{**} (0,52) |
| R ² | 0,86 | 0,86 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,87 |
| Исправленный R ² | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,86 |

Значимость (p -value) на уровне: *** – 0,05; ** – 0,5; * – 0,1.

Таблица 3

Результаты расчета модели 2
Панельная регрессия с фиксированными эффектами
984 наблюдения. Зависимая переменная: *Pat_PCT*

| Переменная | 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_stock1 | | 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) |
| R ² | 0,69 | 0,7 | 0,7 | 0,71 |
| Исправленный R ² | 0,66 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |

Значимость (p-value) на уровне: *** -0,05; ** -0,5; * -0,1.

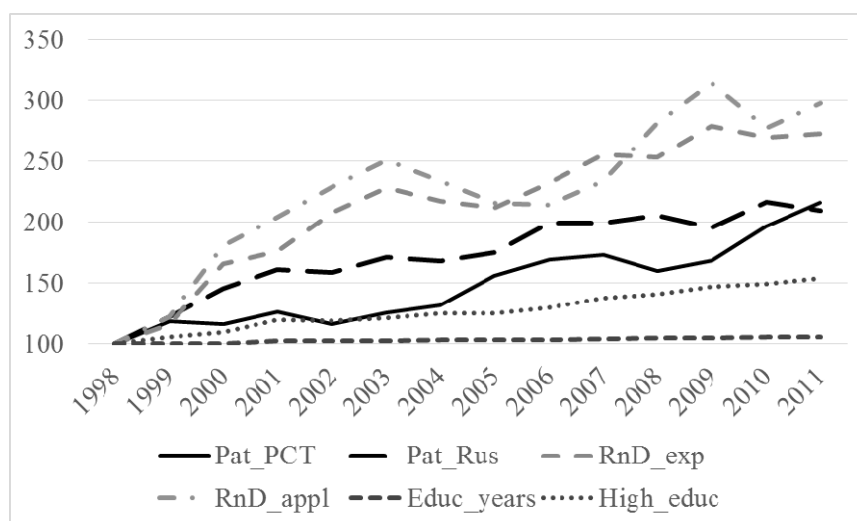


Рис. 5. Динамика инновационной активности и основных факторов в России, % к 1998 г.

развитые страны Западной Европы связывают развитие региональных инновационных систем напрямую с непрерывным образованием [14; 23]. Но увеличить значение индикатора сложно (рис. 5), это приводит к существенным экономическим издержкам, связанным с затратами на обучение и выпадающими от учебы доходами работников (и экономики). Поэтому часто подобная политика не находит сторонников, хотя долгосрочные преимущества от нее могут в разы превышать издержки.

Патентный потенциал также положительно влияет на международную патентную активность, что может иметь то же объяснение, что и для предыдущей модели.

В моделях без учета патентного потенциала значим показателем числа накопленных знаний, выраженный через число российских патентных заявок кумулятивно с 1994 г., что свидетельствует о проявлении эффекта «колеи» (англ. *path dependence*) [7] и кумулятивном характере инноваций [20], связанным с «укорененностью» (от англ. *embeddedness*) [6; 7; 17] инновационных систем в регионах, когда новые технологии создаются в тех регионах, где

уже реализовывались инновационные проекты на протяжении определенного времени, сложилась региональная инновационная система. Если патентная активность в одном регионе в предыдущие периоды была выше на 1 %, чем в других регионах, то патентная активность в данный период в нем будет на 0,17–0,27 % выше.

Анализ факторов патентной активности в регионах России

На рис. 6 и 7 показана региональная структура основных факторов патентной активности в регионах России: затраты на НИОКР и качество человеческого капитала.

Анализ показывает, что затраты на прикладные НИОКР преимущественно концентрируются в регионах с крупными научно-исследовательскими институтами и университетами: столичные регионы, Нижегородская, Новосибирская, Томская области, Приморский край. В последние годы крупные затраты характерны для Краснодарского края, что частично можно объяснить влиянием подготовки к зимней Олимпиаде. Наибольшее подушевое финансирование НИОКР – в столичных городах, Нижегородской, Московской, Новосибирской, Томской, Ульяновской областях, а также в Магаданской области.

Человеческий капитал имеет более равномерную региональную структуру благодаря относительной доступности высшего образования, при этом доля занятых с высшим образованием выше в традиционных крупных университетских центрах: в столичных регионах, Томской, Самарской областях, а также в регионах с высокой долей молодых возрастов, для которых высшее образование стало более доступным (Хабаровский и Камчатский края, Ханты-Мансийский автономный округ, Магаданская область). Среднее число лет обучения выше в крупных агломерациях с высокопроизводительными рабочими местами и научно-исследовательскими организациями, где требуется непрерывное образование, а также на Северном Кавказе, где высок престиж высшего образования⁸.



Рис. 6. Региональная структура фактора затрат на НИОКР

⁸ Впрочем, рейтинги вузов (например, RAEX (http://raexpert.ru/rankings/vuz/vuz_2015/) или «Интерфакса» (<http://unirating.ru/>)) показывают низкие позиции большинства вузов Северного Кавказа, поэтому результаты могут подвергаться сомнению с точки зрения оценки качества человеческого капитала, но в конечном итоге большинство регионов Северного Кавказа в расчетах участия не принимали (см. рис. 4).



Рис. 7. Региональная структура фактора качества человеческого капитала

На рис. 5 показана положительная динамика зависимых переменных и основных факторов модели в исследуемый период (1998 г. = 100 %). Высокую динамику демонстрируют затраты на прикладные НИОКР, наиболее низкую – среднее число лет обучения занятых. Динамика показателей, очевидно, сказалась на результатах оценки моделей. В частности, слабое влияние фактора финансирования можно объяснить тем, что высокий рост затрат на НИОКР не компенсировался столь же высоким ростом изобретательской активности⁹. При этом наблюдаются 3- и 4-летние лаги между максимумами в затратах на НИОКР и российскими и зарубежными патентными заявками, что необходимо учесть в будущих исследованиях. При этом динамика доли занятых с высшим образованием в большей мере коррелирует с динамикой патентной активности, хотя региональная структура индикаторов человеческого капитала имеет ряд недостатков.

Анализ остатков показал, что модели занижают значения Камчатского края, Республики Саха и Новосибирской области и завышают значения Архангельской области, но для остальных регионов погрешность меньше двух стандартных отклонений, поэтому модель в некоторой степени может также использоваться для оценки инновационного потенциала и прогнозирования патентной активности при известных значениях основных факторов.

Заключение

Первая гипотеза о неприменимости модели производственной функции знаний в работе не подтвердилась. Показано, что модель приемлемо описывает патентную активность в регионах России, если данные должным образом верифицированы. При этом значимы разные индикаторы факторов модели для российских и международных патентных заявок. Первая модель объясняет 87 % дисперсии, а вторая – около 70 %.

Вторая гипотеза подтвердилась в обеих моделях: человеческий капитал является более значимым фактором патентной активности, чем финансирование, так как финансирование может изменяться по годам, может быть неэффективным (большой прирост затрат при несущественном росте патентных заявок (рис. 6)), а изобретательская активность высококвалифицированных специалистов более постоянна. При этом на число российских заявок наибольшее влияние оказывает доля занятых с высшим образованием, а на число междуна-

⁹ Научно-исследовательские организации компенсировали период недоинвестирования путем закупки нового оборудования, новых программ и т. д., что не всегда напрямую отражалось на изобретательской активности.

родных заявок – среднее число лет обучения занятых. Несмотря на снижение качества образования в России, доля занятых с высшим образованием и среднее число лет обучения – более значимый фактор патентной активности, чем доля занятых в НИОКР и численность исследователей с учеными степенями¹⁰, возможно благодаря устойчивости (или инерции) человеческого капитала. Также это свидетельствует о том, что изобретения в современных условиях создаются не только профессиональными исследователями.

Третья гипотеза о большей значимости затрат на прикладные НИОКР среди всех видов затрат подтвердилась на данных о международных патентах, что может свидетельствовать о большей ориентации затрат на прикладные исследования на конечный результат, выраженный в новой запатентованной и конкурентоспособной технологии.

Четвертая гипотеза о слабом влиянии перетоков знаний косвенно была опровергнута. Потенциальные межрегиональные перетоки знаний, как показывает анализ при использовании индикатора патентного потенциала, значимы в моделях, несмотря на большие расстояния между регионами в России¹¹. Перетоки знаний косвенно значимы благодаря концентрации патентной активности в нескольких кластерах регионов, между которыми возможен активный формальный и неформальный обмен знаниями: Московском, Петербургском, Сибирском, Поволжском и Уральском.

Пятая гипотеза о большом значении в России агломерационных и локализационных эффектов не подтвердилась. Данные эффекты сильно коррелируют с уже включенными в модель индикаторами человеческого капитала.

Таким образом, основными факторами патентной активности в регионах России в период 1998–2011 гг. были качество человеческого капитала, потенциальные перетоки знаний, накопленные знания и затраты на прикладные НИОКР. Поэтому для увеличения инновационного потенциала региона требуется развитие человеческого капитала (увеличение инвестиций в дополнительное и непрерывное образование), стимулирование взаимодействий между учеными разных регионов (поддержка совместных проектов, организация конференций и т. д.) и увеличение затрат на НИОКР, в особенности на прикладные исследования. Также важно стимулирование спроса на инновации со стороны промышленности путем организации и поддержки совместных проектов. Одновременно необходимо повышать качество самих патентов и их коммерциализируемость путем создания соответствующей инновационной инфраструктуры (технопарки, центры трансфера технологий и т. д.). Но даже при выполнении этих условий «укорененные» региональные инновационные системы, имеющие сложившиеся научно-исследовательские школы, будут иметь преимущества, так как инновационные процессы имеют кумулятивную природу и требуется время на формирование инновационных систем.

Список литературы

1. Мальцева А., Барина В., Сорокина А., Еремкин В. Подходы к оценке эффективности функционирования объектов инновационной инфраструктуры в России // *Инновации*. 2014. № 3. С. 22–30.
2. Бабурин В. Л. *Инновационные циклы в российской экономике*. 4-е изд., испр. и доп. М.: УРСС, 2010. 216 с.
3. Griliches Z. *R&D, patents, and productivity*. Chicago: Univ. of Chicago, 1984.
4. Бортник И., Зинов В., Коцюбинский В., Сорокина А. Вопросы достоверности статистической информации об инновационной деятельности в России // *Инновации*. 2013. № 10 (180). С. 10–17.
5. Бабурин В. Л., Земцов С. П. География инновационных процессов в России // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*. 2013. № 5. С. 25–32.
6. Brenner T., Broekel T. Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units // *Industry and Innovation*. 2011. № 18 (1). P. 7–37.

¹⁰ В работах [8; 15] показано, что исследователи с учеными степенями в России слабее влияют на патентную активность, чем исследователи без ученых степеней (аспиранты, лаборанты и т. д.).

¹¹ Опровергает результаты работы [15].

7. Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания / Отв. ред. А. Н. Пилясов. Смоленск: Ойкумена, 2012. 760 с.
8. Штерцер Т. А. Эмпирический анализ факторов инновационной активности в субъектах РФ // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Социально-экономические науки. 2005. Т. 5, вып. 2. С. 100–109.
9. 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. Vol. LXXXIV. P. 210–229.
10. Fritsch M., Slavtchev V. Determinants of the efficiency of regional innovation systems // Regional Studies. 2011. № 45 (7). P. 905–918.
11. Jaffe A. The Real Effects of Academic Research // American Economic Review. 1989. № 79. P. 957–970.
12. Jaffe A. B., Trajtenberg M., Henderson R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations (No. w3993). National Bureau of Economic Research, 1992.
13. Romer P. Endogenous technological change // Journal of Political Economy. 1990. № 98 (5). P. 71–102.
14. Tödtling F., Trippel M. One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach // Research Policy. 2005. № 34. P. 1023–1209.
15. Инновационный потенциал научного центра: Методологические и методические проблемы анализа и оценки / Отв. ред. В. И. Суслов. Новосибирск: ИЭОПП, 2007. 275 с.
16. Scherer F. M. Demand-pull and technological invention: Schmookler revisited // The Journal of Industrial Economics. 1982. P. 225–237.
17. Audretsch D., Feldman M. Knowledge spillovers and the geography of innovation // Handbook of regional and urban economics. 2004. P. 2713–2739.
18. Fritsch M., Franke G. Innovation, regional knowledge spillovers and R&D cooperation // Research policy. 2004. № 33 (2). P. 245–255.
19. Florida R. The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent // Liberal Education. 2006. № 92 (3). P. 22–29.
20. Porter M. On Competition. Boston, MA, Harvard Business School Press, 1998.
21. Boschma R. Proximity and innovation: a critical assessment // Regional studies. 2005. Т. 39, № 1. С. 61–74.
22. Schott T. Collaboration in the invention of technology: Globalization, regions, and centers // Social Science Research. 1994. Vol. 23, № 1. P. 23–56.
23. Morgan K. The learning region: institutions, innovation and regional renewal // Regional studies. 2007. Vol. 41, № S1. P. 147–159.

Материал поступил в редколлегию 08.10.2015

V. L. Baburin¹, S. P. Zemtsov²

¹ Moscow State University
1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation

² Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
82 Vernadsky Ave., build. 1, Moscow, 119571, Russian Federation

vbaburin@yandex.ru, zemtsov@ranepa.ru

FACTORS OF PATENT ACTIVITY IN RUSSIAN REGIONS

The cost for supporting of innovation activities at the regional level in Russia is growing. But there is a strong differentiation between the regions in their results of innovation. One of the indicators is patents. In this paper, factors affecting patent activity were investigated, using the production function of knowledge (PFK). The main hypothesis was that the patent activity in Russia could not be modelled, because many patents does not have any commercial value. The econometric analysis shows that it is possible to highlight some of the major factors such as human capital, the costs of research, etc. In Russia, human capital is much more important factor of patent activity than abroad.

Keywords: innovation, innovation capacity, patent activity, human capital, Russian regions, production function of knowledge, R & D, knowledge spillovers.

References

1. Maltsev A., Barinoa V., Sorokina A., Eremkin V. Podkhody k otsenke effektivnosti funktsionirovaniya ob'yektov innovatsionnoy infrastruktury v Rossii [Approaches to evaluating the performance of the objects of innovation infrastructure in Russia]. *Innovatsii* [Innovations], 2014, no. 3, p. 22–30. (In Russ.)
2. Baburin V. L. Innovatsionnyye tsikly v rossiyskoy ekonomike [The innovation cycles in the Russian economy]. Moscow, URSS, 2010, 216 p.
3. Griliches Z. R & D, patents, and productivity. Chicago, University of Chicago, 1984.
4. Bortnik I., Zinov V., Kotsyubinsky V., Sorokina A. Voprosy dostovernosti statisticheskoy informatsii ob innovatsionnoy deyatel'nosti v Rossii [Issues of reliability of statistical information on innovation in Russia]. *Innovatsii* [Innovations], 2013, no. 10 (180), p 10–17. (In Russ.)
5. Baburin V. L., Zemtsov S. P. Geografiya innovatsionnykh protsessov v Rossii [Geography of innovation processes in Russia]. *Vestnik Moskovskogo universiteta, Seriya Geografiya*, 2013, no. 5, p. 25–32. (In Russ.)
6. Brenner T., Broekel T. Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units. *Industry and Innovation*, 2011, № 18 (1), p. 7–37.
7. Pilyasov A. N. Sinergiya prostranstva: regional'nyye innovatsionnyye sistemy, klasteri i peretoki znaniya [Synergy of space: regional innovation systems, clusters, and knowledge spillovers]. Smolensk, Oecumene, 2012, 760 p. (In Russ.)
8. Shtertser T. A. Empiricheskiy analiz faktorov innovatsionnoy aktivnosti v sub'yektakh Rossii [Empirical analysis of the factors of innovation activity in the regions of Russia]. *Vestnik NGU. Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki* [Vestnik NSU. Socio-economic sciences], 2005, vol. 5, no. 2, p. 100–109. (In Russ.)
9. 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, vol. LXXXIV, p. 210–229.
10. Fritsch M., Slavtchev V. Determinants of the efficiency of regional innovation systems. *Regional Studies*, 2011, № 45 (7), p. 905–918.
11. Jaffe A. The Real Effects of Academic Research. *American Economic Review*, 1989, № 79, p. 957–970.
12. Jaffe A. B., Trajtenberg M., Henderson R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations (No. w3993). *National Bureau of Economic Research*, 1992.
13. Romer P. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 1990, № 98 (5), p. 71–102.
14. Tödttling F., Trippel M. One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach. // *Research Policy*, 2005, № 34, p. 1023–1209.
15. Suslov V. A. Innovatsionnyy potentsial nauchnogo tsentra: Metodologicheskiye i metodicheskiye problemy analiza i otsenki [The innovative potential of scientific center: Methodological and methodical problems of analysis and assessment]. Novosibirsk, IEIE, 2007, 275 p.
16. Scherer F. M. Demand-pull and technological invention: Schmookler revisited. *The Journal of Industrial Economics*, 1982, p. 225–237.
17. Audretsch D., Feldman M. Knowledge spillovers and the geography of innovation. *Handbook of regional and urban economics*, 2004, p. 2713–2739.
18. Fritsch M., Franke G. Innovation, regional knowledge spillovers and R&D cooperation. *Research policy*, 2004, № 33 (2), p. 245–255.
19. Florida R. The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent. *Liberal Education*, 2006, № 92 (3), p. 22–29.
20. Porter M. On Competition. Boston, MA, Harvard Business School Press, 1998.
21. Boschma R. Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional studies*, 2005, vol. 39, № 1, p. 61–74.
22. Schott T. Collaboration in the invention of technology: Globalization, regions, and centers. *Social Science Research*, 1994, vol. 23, № 1, p. 23–56.
23. Morgan K. The learning region: institutions, innovation and regional renewal. *Regional studies*. 2007, vol. 41, № S1, p. 147–159.