

Факторы региональной инновационной активности: анализ теоретических и эмпирических исследований



С. П. Земцов,
с. н. с. Института прикладных
экономических исследований
Российской академии
народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ
zemtsov@ranepa.ru



В. А. Баринава,
зав. лабораторией исследований
корпоративных стратегий
и поведения фирм Института
прикладных экономических
исследований Российской
академии народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ
barinova-va@ranepa.ru



А. К. Мурадов,
магистрант кафедры
концептуального анализа
и проектирования Московского
физико-технического института
muradoz@yandex.ru

Региональная инновационная политика требует обоснования основных направлений поддержки и определения целевых индикаторов, поэтому изучению факторов создания новых технологий в регионах посвящено значительное число работ. Результаты наиболее значимых публикаций в России и за рубежом проанализированы и обобщены в данной статье. Анализ эконометрических исследований, преимущественно основанных на модели производственной функции знаний, показал, что факторами инновационной активности являются: взаимосвязанное увеличение частных и бюджетных затрат на научные исследования, совместное размещение центров фундаментальной и прикладной науки, повышение качества человеческого капитала и интенсивное развитие центров трансфера технологий. При этом существуют фундаментальные косвенные факторы, которые слабо поддаются воздействию: уровень диверсификации экономики, исторические факторы развития, уровень развития соседних регионов и т. д. Иными словами, инновационная активность — многофакторное явление, связанное с развитием региональных инновационных систем, которое не детерминировано исключительно объемами финансирования сектора НИОКР. Результаты работы могут использоваться в качестве основы для дальнейших эмпирических исследований в России, а также при обосновании направлений и целей инновационной политики.

Ключевые слова: инновационная активность, производственная функция знаний, переток знаний, человеческий капитал, НИОКР, инновации, региональные инновационные системы, инновационная политика

Введение: описание основных теоретических моделей

Важнейшее направление исследований в теории инноваций — это изучение факторов и условий, влияющих на инновационную активность. Целью данной работы является анализ и обобщение методов и результатов исследований региональных факторов инновационной активности для стимулирования дальнейших эконометрических исследований и обоснования направлений и целей региональной инновационной политики в России.

Одной из наиболее известных и применяемых теоретических моделей является производственная функция знаний (ПФЗ), описывающая влияние

затрат на научные исследования на инновационный выпуск. На основе модели проведено значительное число эмпирических исследований, появившихся за рубежом в конце 1980-х гг., а в России — в начале 2000-х гг.

В модели ПФЗ Пола Ромера [27] экономика разделена на сектор научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), сектор производства средств производства и сектор производства конечных благ. Сектор производства средств производства не располагает своим человеческим капиталом, а лишь оплачивает труд исследователей в первом секторе. Между тем исследовательскому сектору необходим человеческий капитал для поддержания и увеличения уровня знаний:

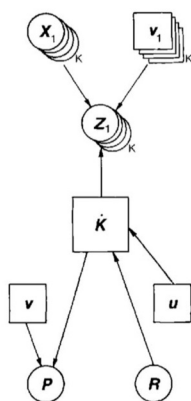


Рис. 1. Модель производственной функции знаний
Ц. Грилихеса [20]

Примечание: K — экономически ценные знания, являющиеся величиной ненаблюдаемой и сложно измеримой; Z — показатели инновационной активности (такие как число новых продуктов); P — патенты, ноу-хау и другие виды интеллектуальной собственности; R — затраты на НИОКР; X — иные измеримые факторы, u и v — случайные возмущения

$$\dot{A} = \delta H^\mu A^s, \quad (1)$$

где \dot{A} — прирост новых знаний; H — человеческий капитал в секторе НИОКР; A — накопленный уровень знаний; δ , μ и s — параметры модели.

При этом совокупная факторная производительность в производственной функции вида Кобба–Дугласа отождествляется с техническим прогрессом, то есть с существующим объемом знаний. Модель П. Ромера позволила теоретически обосновать влияние эндогенных факторов на экономический рост, однако ряд ее предпосылок (создание инноваций только в секторе НИОКР, отождествление совокупной факторной производительности с инновационной деятельностью и др.) не соответствует эмпирическим наблюдениям.

Цви Грилихес определил производственную функцию знаний основываясь на концепции «затраты–выпуск» [20, 21]. При этом существующий объем знаний уже не отождествляется с совокупной факторной производительностью, а является ее детерминантой. Объем нового знания в регионе принимается в этой концепции величиной ненаблюдаемой и зависящей от затрат на исследования в прошлых периодах (рис. 1):

$$K_t = a_0 [W(B) R_t]^\eta \exp(\mu t + v),$$

где K — объем знаний в момент t ; $W(B) R$ — некоторая запаздывающая функция от затрат на НИОКР; μt — трендовая составляющая воздействий на инновации; v — случайная составляющая. При этом финансирование R (рис. 1) влияет на производство неких ненаблюдаемых знаний, имеющих экономическую ценность K , которые влияют на инновационный выпуск. И лишь некоторую часть этих знаний мы способны выловить и измерить с помощью патентов и других индикаторов инновационной деятельности (P).

При эмпирической проверке гипотез модели Ц. Грилихеса возникает ряд сложностей. Инновационный процесс требует времени на создание, выпуск и адаптацию, вследствие чего текущие исследования могут оказать влияние на выпуск лишь спустя несколько лет, это требует точной спецификации



Рис. 2. Взаимодействия детерминант инновационной системы

Источник: [15]

лаговой функции $W(B)$, а также может приносить эндогенность в эмпирическую модель. Прошедшие исследования и разработки способны обесцениваться и морально устаревать, поэтому в результате чистые аккумулированные знания не совпадают с объемом финансирования. Уровень технологического развития отдельной отрасли и региона определяется не только внутренними инновациями, но и знаниями, пришедшими из других отраслей и регионов, то есть существует эффект перетока знаний¹, требующий оценки.

Предложенная модель стала востребованным инструментом эмпирического анализа, но ее основной и часто критикуемый недостаток связан с недоучетом влияния человеческого капитала и региональных факторов на инновационные процессы.

Т. Бреннером и Т. Бройкелем [15] изложена альтернативная модель, основой которой является человек как инноватор и влияющие на его деятельность региональные факторы. Модель включает в себя три основных детерминанты инновационной активности (рис. 2):

- Численность инноваторов (создающие новые знания и технологии): занятые в НИОКР на предприятиях, ученые в университетах, институтах и частные лица, образующие ядро региональных инновационных систем (РИС).
- Опосредующие факторы, или условия социально-экономической системы региона, влияющие опосредованно на инновационный выпуск: доля городских жителей, уровень образования в регионе, развитие инфраструктуры и т. д.
- Факторы привлечения, от которых зависит численность инноваторов в регионе: заработная плата занятых в НИОКР, репутация ученых, наличие крупных университетов и научных центров, уровень инновационного развития соседних регионов и т. д.

¹ Переток знания (от англ. knowledge spillover) — это процесс, в рамках которого «знание, созданное одной компанией, может быть использовано другой без компенсации, или с компенсацией меньшей, чем стоимость самого знания» (впервые перевод термина предложен в книге [8]).

Три группы факторов при взаимодействии формируют особенности РИС, на развитие которых влияют также исторические и случайные события.

Для описания модели авторы вводят величину η_i – вероятностную характеристику, описывающую среднюю ожидаемую инновационную продуктивность одного инноватора:

$$E(I_i) = \eta_i(c_i, F_s),$$

где $E(I_i)$ – средний ожидаемый выпуск работника (инноватора) i ; c_i – переменная, описывающая индивидуальные характеристики работника (качество образования, пол, возраст и т. д.); F_s – факторы, опосредованно увеличивающие инновационную активность в регионе s . Общее число генераторов новых знаний (G_s) в регионе s зависит от числа факторов-аттракторов как функция $G_s(A_s)$, где A_s – факторы привлекательности региона для инноваторов. В таком случае средний ожидаемый инновационный выпуск региона:

$$E(I_s) = \sum_{i=1}^{G_s(A_s)} \eta_i(c_i, F_s).$$

Описанная теоретическая модель, на наш взгляд, в наибольшей мере соответствует современным факторам инновационной активности в регионах. Инновации несут скорее вероятностный, нежели детерминированный характер, поэтому существенное увеличение финансирования не всегда приводит к увеличению инновационного выпуска. Существенная часть знаний не может быть формализована и относится к «неявным» знаниям, передающимся от «учителя к ученику» [26]. В этой связи формирование региональных инновационных систем требует времени, когда инноваторы и инновационная деятельность «укоренятся» в социально-экономических системах регионов.

Анализ рассмотренных теоретических моделей позволил сформулировать основные проверяемые в ходе эмпирических исследований гипотезы о влиянии на инновационный выпуск затрат на НИОКР, человеческого капитала и перетоков знания.

Анализ факторов инновационной активности за рубежом

А. Джаффе [22], основываясь на спецификации производственной функции знаний Ц. Грилихеса, выдвинул гипотезу о необходимости географической близости² занятых в корпоративных НИОКР к источнику новых знаний, т. е. к крупным университетам и центрам фундаментальной науки, для создания экстерналий, возникающих в ходе обмена знаниями. Автор определил производственную функцию знаний следующим образом:

² В данном случае географическая близость ученых выступает как индикатор их социальной, когнитивной, институциональной близости [10].

³ Метрополитенский статистический ареал (МСА) (от англ. metropolitan statistical area) – урбанизированная зона в США вокруг одного или нескольких городов-ядер с высокой плотностью населения и тесными связями [22].

⁴ Данный метод измерения близости государственной и корпоративной науки сложно применить в России, так как большинство научно-исследовательских организаций сосредоточены в региональных столицах, а данных о разбивке занятых по муниципалитетам в России нет.

Таблица 1

Результаты расчетов регрессии [22]

Зависимая переменная: число патентов частных предприятий в регионе		
Независимые переменные	1	2
Объем затрат на НИОКР корпоративных лабораторий, \$ млн	0,7 (0,04)	0,71 (0,04)
Объем затрат на исследования университетов, \$млн	0,005 (0,05)	0,08 (0,04)
Численность населения (Pop), тыс. чел.	0,21 (0,07)	0,11 (0,04)
Эффект географической близости (C, формула (2))	–	0,18 (0,07)
R^2	0,92	0,92

Примечание. Все переменные в логарифмах натуральных значений. В скобках указаны стандартные ошибки.

$$\log(P_{ikt}) = \beta_{1k} \log(I_{ikt}) + \beta_{2k} \log(U_{ikt}) + \beta_{3k} [\log(C_{ikt}) \log(U_{ikt})] + \beta_{4k} \log(\text{Pop}_{it}) + \varepsilon_{ikt}$$

где P – патенты частных предприятий; i – регион (штат); k – метрополитенский статистический ареал (МСА)³; t – период времени; I – объем затрат на НИОКР корпоративных лабораторий, \$ млн; U – объем затрат на исследования университетов, \$ млн; Pop – численность населения, тыс. чел.; C – мера географической близости⁴ между университетами и частными лабораториями:

$$C_i = \frac{\sum_s U_{is} \text{TP}_{is}}{[\sum_s U_{is}^2]^{1/2} [\sum_s \text{TP}_{is}^2]^{1/2}}, \quad (2)$$

где i – это штат; s – это стандартный МСА; U – число занятых в университетах, чел.; TP – число занятых в частных лабораториях, чел.

В результате проверки эмпирической модели пула по 29 штатам США за 8 лет (табл. 1) была подтверждена гипотеза Ц. Грилихеса о положительном влиянии на патентную активность частных затрат на НИОКР. Увеличение затрат частных лабораторий в регионе на 1% приводит к росту числа патентов на 0,7%. Между тем, при включении эффекта географической близости в модель, влияние университетских исследований становится значимым фактором, а сам эффект географической близости между университетами и частными лабораториями является вторым фактором по значимости: ее увеличение на 1% приводит к росту числа патентов на 0,18%. А. Джаффе выдвигает гипотезу, что разрозненность исследовательских центров в регионе ведет к снижению общего финансирования научных исследований в этом регионе и снижает эффективность этого финансирования. Иными словами, создание и поддержка частных лабораторий в

регионах, где отсутствует фундаментальная наука малоэффективно.

Модель Джаффе расширена М. Фелдман и Р. Флоридой [18]:

$$\begin{aligned} \log(\text{New_product}) = & \beta_1 \log(\text{URnd_exp}_i) + \\ & + \beta_2 \log(\text{PRnd_exp}_i) + \beta_3 \log(\text{Tech_transf}_i) + \\ & + \beta_4 \log(\text{Ind_divers}_i) + \beta_5 \text{Conc}_i + \beta_6 \log(\text{Pop}_i) + \\ & + \beta_7 \log(\text{Sales}_i) + \varepsilon_i \end{aligned}$$

где зависимой переменной выступает New_product — число инновационных продуктов, появившихся на рынке за год; i — регион (штат); URnd_exp — государственные расходы на НИОКР в университетах, \$ млн; PRnd_exp — корпоративные расходы на НИОКР, \$ млн; трансфер технологий Tech_transf — объем услуг, предоставляемый частными лабораториями для тестирования новых разработок, \$ млн; Ind_divers — диверсификация экономики: доля добавочной стоимости подотрасли третьего уровня в подотрасли второго уровня, %; Pop — численность населения региона, млн чел.; Conc — индекс географической концентрации: доля крупнейшего метрополитенного статистического ареала в объеме промышленной продукции региона; Sales — объем промышленной продукции; ε — остаток; β_j — эмпирические коэффициенты.

В исследовании (табл. 2) было выявлено положительное влияние корпоративных и государственных расходов на НИОКР, что подтверждает выводы А. Джаффе, при этом влияние государственных расходов вузов выше: их увеличение на 1% приводит к росту числа новых продуктов на 0,24%. Положительно значимым оказался индикатор трансферта технологий — объем услуг, предоставляемый частными лабораториями для тестирования разработок. Также важна диверсификация экономики региона. Можно заключить, что при должном развитии системы транс-

фера технологий бюджетное финансирование НИОКР не менее эффективно, чем частное.

Исследование А. Джаффе, М. Трайтенберга и Р. Хендерсона [23] подтверждает следующее предположение: высокая концентрация промышленности на некоторой территории приводит к увеличению инновационного выпуска и, как следствие, ведет к росту патентной активности.

Анализируя данные о регионах Германии, М. Фритш и Г. Франке [19] оценили влияние региональных характеристик на экстерналии, возникающие в ходе обмена знаниями, и патентную активность частных предприятий. Авторы использовали в качестве зависимой переменной среднее число патентов за три года, ограниченное единицей для фирм, зарегистрировавших хотя бы один патент за 3 года. Для решения проблемы большой концентрации значений в области нуля было решено исследовать бинарную логит-модель. С помощью такого подхода авторы определяют степень влияния различных факторов на вероятность регистрации фирмой патента. Результаты регрессии показывают, что увеличение внутрифирменных затрат на технологические инновации является ожидаемо самым значимым фактором патентной активности. Но важны и перетоки знаний, формируемые объемом затрат на НИОКР в регионе. Важнейшим видом таких затрат являются затраты на НИОКР в отрасли, соответствующей отрасли специализации фирмы. Поэтому локализационные эффекты, связанные с образованием отраслевых кластеров в регионах, могут быть важнее агломерационных эффектов, обусловленных разнообразием видов деятельности в крупных городах

Последний результат опровергается в работе С. Бреши [16], использующий модель:

$$P_{ij} = F \left\{ \begin{array}{l} \text{Reltec}_{ij}; \text{Othtec}_{ij}; \text{Herf}_{ij}; \text{Ownemp}_{ij}; \text{Othem}_{ij}; \\ \text{Rdex}_{ij}; \text{Kgexp}_{ij}; \text{Cong}_{ij}; \text{Vadded}_{ij} \end{array} \right\},$$

где P_{ij} — число патентов; i — регион; j — отрасль; Ownemp — число занятых в одной индустрии, чел.; Othem — число занятых в других отраслях, чел.; Rdex — государственные затраты на НИОКР, млн евро; Kgexp — корпоративные затраты на НИОКР, млн евро; Reltec — число патентов в смежных отраслях (показывает степень использования общей научной базы); Othtec — число патентов в рамках других индустриальных направлений (отражает общую «инновационность» региона); Herf — индекс Херфиндаля—Хиршмана (уровень концентрации производства); Cong — издержки от загруженности инфраструктуры — число автомобилей на 1 км дорог в регионе; Vadded — индекс добавленной стоимости на душу населения, %.

Результаты работы показывают, что затраты на НИОКР и диверсификация экономики положительно и в наибольшей степени влияют на инновационную активность региона.

В предыдущих работах речь шла только о внутрирегиональных перетоках знаний, но существует и межрегиональные экстерналии. Л. Боттаци и Дж. Пери [14] провели исследование на основе данных о патентной активности и затратах на инновации

Таблица 2
Результаты расчетов регрессии [18]

Зависимая переменная: число новых (инновационных) продуктов в регионе	
Независимые переменные	1
Государственные расходы на НИОКР в университетах, \$ млн	0,24** (0,05)
Корпоративные расходы на НИОКР, \$ млн	0,16** (0,04)
Трансферт технологий, \$ млн	0,14** (0,05)
Диверсификация экономики, \$ млн	0,27** (0,06)
Численность населения, млн чел.	0,05* (0,03)
Индекс географической концентрации, %	-0,24** (0,11)
Объем промышленной продукции, \$ млн	1,02** (0,19)

Примечание. Все переменные в логарифмах натуральных значений; в скобках указаны стандартные ошибки: ***, **, * — переменная значима на уровне 1, 5 и 10%.

в регионах Восточной Европы за 1984-1995 гг., чтобы определить максимальное расстояние, после которого влияние затрат на НИОКР в соседних регионах перестает быть значимым:

$$\begin{aligned} \ln(\text{Patent}_i) = & \beta + \varepsilon_0 \ln(\text{RnD}_i) + \varepsilon_1 [m_{0-300} \ln(\text{RnD})] + \\ & + \varepsilon_2 [m_{300-600} \ln(\text{RnD})] + \varepsilon_3 [m_{600-900} \ln(\text{RnD})] + \\ & + \varepsilon_4 [m_{900-1300} \ln(\text{RnD})] + \varepsilon_5 [m_{1300-2000} \ln(\text{RnD})] + \\ & + D \times \text{Country}_i + u_i, \end{aligned}$$

где Patent — число национальных патентов на одного занятого в НИОКР; RnD_i — затраты на НИОКР в регионе i , млн евро; $m_{xy} \ln(\text{RnD})$ — среднее значение логарифма затрат на НИОКР по регионам, удаленным от исследуемого на более x и менее y км; Country — страновые дамми переменные, отражающие качество институтов и инфраструктуры в отдельных странах.

Показано, что финансирование исследований в близлежащих регионах (на расстояниях не более 300 км), положительно влияет на инновационную активность.

Недостатком всех выше приведенных работ является недоучет фактора человеческого капитала. В работе Т. Лесли и Б. Уолачин [24] авторы подвергают сомнению парадигму затрат как главного фактора инновационной активности. Утверждается, что характеристики региона являются определяющим фактором, оказывая влияние и на величину затрат (рис. 3).

Для проверки сравнивались F -статистики при оценке следующих моделей:

$$\begin{aligned} \log(\text{CP}_i) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Ind}_i) + \beta_2 \ln(\text{Uni}_i) + \\ & + \beta_3 \ln(\text{Fed}_i) + \beta_4 \ln(\text{Ffrdc}_i) + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \log(\text{CP}_i) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{HT}_i) + \beta_2 (\text{Spec}_i) + \\ & + \beta_3 \ln(\text{Metro}_i) + \beta_4 \ln(\text{UP}_i) + \beta_5 \ln(M_i) + \\ & + \beta_6 \ln(S_i) + \beta_7 \ln(W_i) + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (4)$$

где CP — число коммерческих патентов; Ind, Uni, Fed, Ffrdc — расходы на НИОКР предприятий, университетов, федеральных исследовательских агентств и федеральных центров развития по отношению к

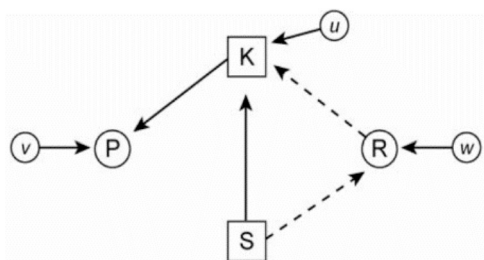


Рис. 3. Моделирование патентной активности
Т. Лесли [24]

Примечание. P — патенты, K — уровень знаний, R — затраты на НИОКР, S — характеристики региона.

численности занятых, млн евро на чел., усредненные за 2000 и 2001 гг.⁵; HT — концентрация (доля) занятых в высокотехнологичных отраслях, %; Spes — технологическое неравенство; Metro — степень урбанизации, %; UP — доля некоммерческих патентов, %; M, S, W — дамми для территориальных делений США (юго-восточные штаты, южные штаты и западные).

Первая из проверяемых моделей (3) — классической производственной функции знаний с разделением затрат по источникам финансирования. Вторая (4) включает только структурные показатели региона и родственна моделям Ромера и Бреннера–Бройкеля.

В результате была установлена более высокая значимость структурных региональных показателей по сравнению с классическими показателями затрат. Между тем, сами авторы отмечают, что регионы не являются идеальными территориальными единицами для исследования. При анализе рекомендуется использовать агломерации, так как в аграрных районах инновации практически не создаются, но большая часть показателей в этом случае, в том числе и в России, окажется недоступна.

Опыт выявления факторов инновационной активности в России

В монографии «Инновационный потенциал научного центра», подготовленной специалистами Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, [7] зависимой переменной выступает число инновационно активных предприятий (N) и применяется модель, предложенная Полом Ромером [27] (формула (1)). Оценка величины накопленных знаний была исключена в виду отсутствия достоверных данных по регионам, а также предположения о том, что разработанные в советский период технологии устарели. Величина человеческого капитала сведена к численности занятых в сфере НИОКР (H_R):

$$\ln(\Delta N)_{i,t} = a_0 + a_1 \ln(H_R)_{i,t} + \eta_i + \mu_t + \xi_{i,t}$$

где a_i — эмпирические коэффициенты; μ_t , $\xi_{i,t}$, η_i — остатки.

Первая гипотеза о существовании положительных внешних эффектов от межрегионального взаимодействия в России не подтвердилась. Впрочем, в качестве индикатора авторы использовали расстояние до Москвы и Санкт-Петербурга, как основных центров инноваций, в то время как известно, что инновационная система России обладает многоядерной центр-периферийной структурой [2], а потому необходимо было по аналогии с работой Л. Боттачи и Дж. Пери [14] изучать влияние соседних регионов. Вторая гипотеза о положительном влиянии человеческого капитала на создание инновационных идей подтвердилась, но

⁵ Необходимость усреднения затрат на НИОКР связана с дискретной природой выделения средств, которая обусловлена процессами выделения грантового финансирования (этапы подачи заявок, победы в конкурсе, выделения финансирования и т. д.) [5].

Таблица 3

Результаты расчета панельной регрессии
за 1997-2011 гг. [17]

Зависимая переменная: натуральный логарифм РСТ патентных заявок на 1 млн жителей + 1			
Независимые переменные	1	2	3
Доля затрат на НИОКР в процентах от ВРП, %	0,1804*** (0,0525)	0,1882*** (0,054)	0,2115*** (0,0574)
Взвешенные на расстояние затраты на НИОКР соседних регионов, млн руб.	0,0150*** (0,0033)	0,0148*** -0,0032	0,0128*** (0,0042)
Человеческий капитал (доля занятых с высшим образованием, %)		0,0116 (0,0081)	0,0145* (0,0082)
Доля оборота иностранных фирм в ВРП, %			0,0031*** -0,0011
Константа	0,4853*** (0,0412)	0,2628 (0,1637)	-4,0593** (1,7223)
R ²	0,222	0,2251	0,2706

Примечание. РСТ-заявки (от англ. Patent Cooperation Treaty, договор о патентной кооперации) защищают права изобретателей на территории стран – участниц Парижской конвенции и являются международными; в скобках указаны стандартные ошибки; ***, **, * – переменная значима на уровне 1, 5 и 10%.

только для кандидатов наук и аспирантов; влияние докторов наук и технического персонала на прирост числа инновационных компаний оказалось отрицательным. К недостаткам исследования следует отнести использование независимой переменной, которая является статистически недостоверной [4]⁶, а также использование численности занятых в НИОКР как переменной, оценивающей человеческий капитал, хотя многие исследователи не занимаются созданием инноваций, да и сами инновации могут создаваться за пределами сектора НИОКР.

В работе Риккардо Крешенци и Александра Якса [17] о патентной активности в России в качестве зависимой переменной использовались международные патентные заявки (табл. 3).

Авторы выявили, что важнейшим фактором патентной активности в регионах России были затраты на НИОКР и человеческий капитал, выраженный через долю занятых с высшим образованием. Авторы также выявили значимость перетока знаний из других регионов, рассчитанного с помощью взвешенных на расстояние затрат на НИОКР соседних регионов. Для международных патентов слабо положительно значимой также оказалась доля в ВВП выручки иностранных фирм, что объясняется тем, что иностранным корпорациям необходимы международные патенты для закрепления на зарубежных рынках. Недостатком

⁶ Компании не заинтересованы в заполнении сложной и трудоемкой статистической формы № 4-Инновация, значительно проще проставить нулевые значения во всех графах. Крупным компаниям выгоднее не заполнять форму ввиду низких штрафных санкций, в частности, форма не заполняется большинством иностранных компаний в России. В этой связи как объем инновационной продукции, так и инновационная активность компаний в регионах сильно занижаются. При этом если для патентов можно определить регионы, в которых статистическая информация наименее достоверна, а соответственно исключить их из рассмотрения, то в случае с инновационной продукцией степень искажения в различных регионах неизвестна.

Таблица 4

Результаты расчета регрессий [10]

Зависимая переменная: число поданных национальных патентных заявок		
Независимые переменные	1	2
Расширение спроса (индекс промышленного производства)	1,188** (2,11)	1,17** (2,08)
Число исследователей с научными степенями, чел.	-0,154* (-2,07)	-0,182** (-2,33)
Число занятых в НИОКР, без исследователей с учеными степенями, чел.	-0,004 (-0,86)	-0,003 (-0,63)
Затраты на НИОКР, млн руб.	39,255** (4,62)	45,519** (5,36)
Промышленная концентрация (численность занятых в промышленности, чел.)	-0,002** (-4,51)	-0,002** (-4,51)
Прибыль организаций, млн руб.	2,422** (6,44)	2,097** (5,63)
Инвестиции в основной капитал, млн руб.	-0,240 (-0,25)	-0,301 (-0,31)
Затраты на технологические инновации, млн руб.	3,18 (0,81)	2,291 (0,6)
Стоимость основных фондов, млн руб.)	0,13* (1,65)	0,096 (1,36)
Административный статус (столица федерального округа)	13,326 (0,36)	18,878 (0,51)
Экспорт, млн руб.	-1,313* (-2,7)	-
Экспорт в страны СНГ, млн руб.	-	-0,914** (-2,03)
Экспорт в дальнее зарубежье, млн руб.	-	-2,509 (-1,42)
Экспорт технологий, млн руб.	0,003 (0,76)	-
Импорт технологий, млн руб.	0,029** (13,16)	0,029** (13,21)
Число предприятия с иностранным капиталом	-0,556** (-5,01)	-0,603** (-5,53)
Константа	633,210** (5,11)	682,179** (5,1)
R ² скорректированный	0,811	0,823

Примечание. В скобках указаны стандартные ошибки; ***, **, * – переменная значима на уровне 1, 5 и 10%.

работы следует считать использование доли занятых с высшим образованием в качестве индикатора качества человеческого капитала, в то время как известно, что этот показатель в определенной мере отрицательно связан с качеством образования [3, 7].

В работе Т. Штерцера [10] зависимой переменной было выбрано число поданных национальных патентных заявок (табл. 4).

Было подтверждено, что финансирование исследований оказывает положительное влияние на инновационную активность, равно как и увеличение объемов промышленного производства и положительные финансовые результаты деятельности предприятий. Это указывает на большую вовлеченность компаний с положительной прибылью в инновационные процессы в регионах России. Отрицательно значимым оказался индикатор числа исследователей с научными степенями, что подтверждает результаты работы [7] и показывает малую вовлеченность научных сотрудников в инновационные процессы в России. Импорт технологий оказался значимым фактором патентной актив-

ности, что может быть обусловлено необходимостью устранения существующего технологического разрыва. Незначимость затрат на технологические инновации может свидетельствовать о низкой вовлеченности большинства фирм в процессы патентования.

Недостатком работы является использование данных о российских патентах без дополнительной верификации, хотя качество российских патентов низкое, и многие из них не имеют отношения к инновационной деятельности, а служат формой отчетности [2, 3].

Исследование О. Мариева и И. Савина [8] рассматривает выпуск инновационной продукции в регионе, выраженный в денежном эквиваленте, как показатель инновационной деятельности. Авторы полагают, что его использование является более уместным ввиду оценки не только уровня изобретательской активности, но и успешности принятия высоких технологий рынком. В качестве метода эконометрического исследования авторы использовали обобщенный метод моментов (табл. 5).

В результате проверки были получены неожиданные результаты: патентная активность соседних регионов оказывает отрицательное влияние на инновационную активность компаний рассматриваемых регионов. Это может быть связано содержательно с центр-периферийной структурой инновационной системы России, когда инновационные компании сосредоточены в регионах-ядрах, где также сосредоточена и патентная активность, а статистически результат может быть обусловлен проявлением эффекта мультиколлинеарности, когда патентная и инновационная активность сильно коррелируют. Высказывается потребность в стимулировании венчурного капитала и в создании механизмов диффузии в целях активизации инновационной активности. Между тем инновационный выпуск соседних регионов сказывается положительно, так как обмен технологиями может быть без ограничения использован всеми компаниями. Положительно значимы прямые иностранные инвестиции, что

подтверждает результаты [17]. Обнаруживается отрицательное воздействие фактора, описывающего число выпускников специальных учебных заведений (ссуз). Имеет место смещение отбора: лучшие абитуриенты страны стремятся поступить в престижные учебные заведения, а в ссузы поступают менее мотивированные студенты. Этот факт может служить дополнительным подтверждением необходимости повышения уровня и престижа технического образования.

К недостаткам работы можно отнести использование в качестве объясняемой переменной объема инновационной продукции, так как достоверность статических данных вызывает сомнения (см., подробнее [4]).

В исследованиях М. Архиповой и Е. Карпова [1, 6] региональная инновационная система рассматривается как совокупность трех взаимосвязанных составляющих: научной, технологической и инновационной. Показателями их результативности соответственно служат объем научно-технических работ на одного сотрудника, доля созданных передовых технологий в общем числе и доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме выпуска. В основе лежит предположение, что фундаментальные и прикладные разработки приводят к созданию новых технологий, увеличивающих конкурентоспособность продукции и стимулирующих фирмы к освоению новых рыночных ниш:

$$\begin{cases} \hat{y}_{1t} = 0,24(x_{7t})^{0,107}(x_{8t-1})^{0,092}(x_{9t})^{0,324} \\ \hat{y}_{2t} = -0,04 + 0,63x_{15t} + 0,016x_{19t} + 0,27x_{27t} + 0,018y_{1t-1} \\ \hat{y}_{3t} = 0,054 + 0,0018\hat{y}_{1t} + 0,026\hat{y}_{2t} + 0,083x_{40t} - 0,012x_{45t} + \\ + (0,012 + 0,057\hat{y}_{1t} + 0,344\hat{y}_{2t} + 0,389x_{40t} + 0,037x_{45t})z, \end{cases}$$

где

$$z = \begin{cases} 1, & \text{если } y > y_0 \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$y_0 = 0,12$; y_{1t} — выполненный объем научно-технических работ, приходящийся на одного работника; y_{2t} — доля

Таблица 5

Результаты расчета регрессий [8]

Зависимая переменная: выпуск инновационной продукции			
Независимые переменные	1	2	3
Выпуск инновационного продукта в предшествующий период ($t-1$)	0,29***	0,25***	0,17***
Логарифм числа зарегистрированных патентов	0,26**	0,22*	0,18*
Логарифм числа использованных передовых производственных технологий	0,29**	0,25***	0,33**
Логарифм прямых зарубежных инвестиций			0,05**
Доля частных инвестиций в основной капитал организаций, %			0,01*
Доля агрегированной чистой прибыли компаний в ВРП, %	0,03***	0,02***	0,01*
Логарифм плотности железных дорог, км на 10000 км ²	0,17**		
Логарифм грузооборота автотранспорта			0,15***
Логарифм инвестиций в основной капитал организаций		0,49***	0,50*
Доля инвестиций в здравоохранение, %			0,04***
Доля выпускников государственных средних специальных учебных заведений			-0,04*
Логарифм стоимости инновационного выпуска организаций в соседних регионах	0,31***	0,25**	0,24***
Логарифм количества выданных патентов в соседних регионах	-0,36***	-0,31*	-0,31*
R^2 скорректированный	0,87	0,87	0,88

Примечание. ***, **, * — переменная значима на уровне 1, 5 и 10% уровне.

новых созданных передовых производственных технологий в общем числе созданных технологий; y_{3t} — доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг; x_{7t} — доля затрат на прикладные исследования и разработки во внутренних затратах на НИОКР; x_{8t-1} — число совместных проектов по выполнению НИОКР в прошлом году; x_{9t} — доля собственных средств во внутренних затратах на НИОКР; x_{15t} — число совместных проектов по выполнению НИОКР; x_{19t} — число патентов на изобретения; x_{27t} — доля затрат на процессные инновации в общем объеме затрат на технологические инновации; x_{40t} — уровень технологической новизны инновационной продукции; x_{45t} — доля организаций, для которых наиболее важным рынком является местный региональный рынок.

Были установлены ключевые зависимости, характерные для инновационной сферы. Выполненный объем научно-технических работ, приходящийся на одного работника, положительно зависит от доли затрат на прикладные исследования и разработки во внутренних затратах на НИОКР, числа совместных проектов по выполнению НИОКР в прошлом году и доли собственных средств во внутренних затратах на НИОКР. Доля новых созданных передовых производственных технологий в общем числе созданных технологий положительно зависит от объема научно-технических работ, приходящегося на одного работника, числа совместных проектов по выполнению НИОКР, числа патентов на изобретения и доли затрат на процессные инновации в общем объеме затрат на технологические инновации. Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг положительно зависит от объема научно-технических работ, приходящегося на одного работника, и доли новых созданных передовых производственных технологий в общем числе созданных технологий, а также от уровня технологической новизны инновационной продукции и доля организаций, для которых наиболее важным рынком является местный региональный рынок. Таким образом, подготовлена база для разработки политики стимулирования высокотехнологичных отраслей.

Заключение

Основные результаты проанализированных работ обобщены в табл. 6. Все основные факторы инновационной активности отнесены к четырем типам: затраты на НИОКР, человеческий капитал, перетоки знаний и агломерационные эффекты⁷.

В большинстве исследований число патентных заявок используется в качестве основного инди-

катора инновационной активности⁸. Безусловно, одним из целевых индикаторов инновационной политики и зависимой переменной в будущих эмпирических исследованиях должно стать число международных патентов, так как выше качество их проверки и интенсивность коммерциализации в сравнении с национальными. Альтернативными показателями могут служить число новых инновационных продуктов и объем инновационного выпуска предприятий в денежном выражении, которые в России, к сожалению, могут считаться малодостоверными.

Анализ проведенных ранее исследований факторов региональной инновационной активности показывает, что ключевое влияние на инновационный выпуск оказывают затраты на фундаментальные и прикладные исследования⁹. При этом на примере зарубежных исследований показана необходимость близкого размещения государственных (преимущественно фундаментальных) и частных прикладных исследовательских центров на уровне городов, что подтверждает необходимость создания локальных инновационных зон (академгородки, наукограды, технополисы). Важно, что близость корпоративных исследовательских центров к центрам фундаментальной науки ведет к более эффективному расходованию затрат на НИОКР, так как позволяет использовать общий пул знаний региональной системы, ее человеческий капитал. При этом особое значение имеют перетоки знаний между центрами фундаментальной и прикладной науки внутри региона, а создание и поддержка частных лабораторий в регионах, где отсутствует фундаментальная наука, как и поддержка фундаментальных исследований без должного увеличения корпоративных НИОКР, малоэффективны.

Эконометрически также показана значимость инновационной инфраструктуры, обеспечивающей трансферт технологий (технопарки, центры трансферта технологий и т. д.). А при должном развитии системы коммерциализации технологий бюджетное финансирование НИОКР (преимущественно фундаментального характера) с точки зрения инновационной активности не менее эффективно, чем корпоративные затраты на прикладные исследования.

Межрегиональный переток знаний, измеряемый, в частности, цитируемостью патентов, затратами на НИОКР в соседних регионах, существует и достигает не более 300 км¹⁰. Выявлено, что затраты в соседних регионах положительно влияют на патентную активность в данном регионе.

В то же время, в соответствии с моделью Бройкеля–Бреннеля, существуют фундаментальные косвенные факторы, которые слабо поддаются из-

⁷ В качестве индикатора агломерационных эффектов использовались: уровень диверсификации экономики, уровень урбанизации и плотности населения.

⁸ Впрочем, в ряде работ [2, 3, 7, 20] отмечается, что патенты отражают лишь изобретательскую активность, многие из них не будут воплощены в готовой продукции, например в работе [28] показано, что только один патент из 300 станет успешным коммерческим проектом. А в работе [29] утверждается, что только рост ВРП является результатом инновационной политики, а патенты – это одно из условий.

⁹ В работе [3] показано, что человеческий капитал в России более значимый фактор патентной активности, чем затраты на НИОКР.

¹⁰ Число совместных патентов, статей, патентных цитат убывает довольно быстро при увеличении расстояния. В статьях [10, 11, 22] показано, что после 120-150 миль исследователи практически не цитируют патенты друг друга, а значит не взаимодействуют ни реально, ни виртуально. Для России подобное расстояние для межрегионального перетока знаний ниже из-за меньшей мобильности и большей замкнутости научных школ.

Результаты эмпирических исследований

Работа	Метод оценки	Зависимая переменная	Затраты на НИОКР	Переток знаний	Агломерационные эффекты	Человеческий капитал	Результаты
Jaffe, 1989	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число заявок на национальные патенты	+	+			Выявлена ключевая роль затрат на НИОКР, выявлено положительное влияние солокации государственных и частных исследовательских центров
Feldman, Florida, 1994	Метод наименьших квадратов	Новая продукция	+	+	+		Показана значимость и положительное совместное влияние частных и государственных расходов на НИОКР
Bottazzi, Peri, 2003	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число национальных патентов на одного занятого в НИОКР	+	+	+		Показано влияние затрат на НИОКР соседних регионов, резко снижающееся, если расстояние между регионами превышает 300 км
Leslie, 2007	Метод наименьших квадратов	Число патентов частных компаний	+	+	+	+	Выявлена большая значимость структурных показателей региона и человеческого капитала в сравнении с затратами на НИОКР
Шгерцер, 2005	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Число заявок на национальные патенты	+		+	-	Подтверждено положительное влияние затрат на исследования, но отрицательное влияние потенциального перетока знаний
Инновационный потенциал..., 2007	Панельная регрессия с фиксированными эффектами	Доля инновационных компаний		-		+	Показана зависимость патентной активности в регионах России от численности исследователей, отсутствие влияния перетока знаний между регионами
Мариев, Савин, 2010	Обобщенный метод моментов	Объем инновационной продукции	+	-			Определено положительное влияние прямых иностранных инвестиций, выявлена тенденция концентрации инноваций в отдельных регионах
Архипова, Карпов, 2012	Система одновременных уравнений	Число патентов и доля инновационных компаний	+	+			Получена значимая зависимость 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 в регионах России от затрат на НИОКР в соседних регионах

Составлено авторами

менению, но влияют на инновационную активность: уровень диверсификации экономики, как долго в регионе существуют традиции ведения инновационной деятельности, уровень инновационного развития в соседних регионах. При этом именно человек-инноватор и организуемые им институциональные формы (инновационные фирмы, НИИ и т. д.) являются основой региональных инновационных систем. Но небольшое число работ, в которых подтверждаются данные предпосылки, связано, на наш взгляд, в большей степени с детерминированностью исследования в рамках парадигмы производственной функции знаний Ц. Грилихеса. Поэтому в будущем необходима разработка альтернативных эмпирических моделей на примере регионов России, включающих в себя оценку: человеческого капитала (например, среднее число лет обучения), различных видов затрат на НИОКР (частные и бюджетные, фундаментальные и прикладные, на оборудование и заработные платы) с учетом временных и пространственных лагов, потенциальных внутрирегиональных и межрегиональных перетоков знаний, исторических факторов развития инновационной системы (например, год создания первого университета), созданного ранее объема знаний, агломерационных и локализационных эффектов.

В эмпирических работах, посвященных регионам России, также значимо оказалось влияние зарубежных инноваций, которое может измеряться объемом иностранных инвестиций, долей иностранных компаний и импортом технологий. К сожалению, привлечение

внешних факторов затруднено в условиях санкций, но их оценка необходима.

В заключение отметим, что инновационная политика должна учитывать специфику регионов, и в отличие от социальной она в значительно большей мере должна быть направлена на поддержку регионов-лидеров, где сложились описанные выше условия.

Список использованных источников

1. М. Ю. Архипова, Е. С. Карпов. Анализ и моделирование патентной активности в России и развитых странах мира//РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. № IV. 2012. С. 286-293.
2. В. Л. Бабурин, С. П. Земцов. География инновационных процессов в России//Вестник Московского университета. Серия «География». Т. 5. 2013. С. 25-32.
3. В. Л. Бабурин, С. П. Земцов. Оценка эффективности региональных инновационных систем в России. Траектории роста и структурные трансформации мировой экономики в условиях международной нестабильности: коллективная монография/Под ред. С. А. Балашовой, В. М. Матюшка. М.: РУДН, 2014. С. 18-36.
4. И. М. Бортник, В. Г. Зинов, В. А. Коцюбинский, А. В. Сорокина. Вопросы достоверности статистической информации об инновационной деятельности в России//Инновации. № 10. 2013. С. 10-17.
5. В. А. Еремкин, С. П. Земцов, В. А. Барина. Факторы развития инновационных компаний на ранних стадиях//Государственное управление. Электронный вестник (Электронный журнал). № 2 (49). 2015.
6. Е. С. Карпов. Моделирование и прогнозирование показателей патентной активности России и развитых стран мира//Вопросы статистики. № 3. 2013. С. 54-59.
7. Инновационный потенциал научного центра: Методологические и методические проблемы анализа и оценки/Отв. ред. В. И. Сулов. Новосибирск: ИЭОПП, 2007. – 275 с.

8. О. С. Мариев, И. В. Савин. Факторы инновационной активности российских регионов: моделирование и эмпирический анализ// Экономика региона. № 3. 2010. С. 235-244.
9. Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания/Отв. ред. А. Н. Пилиасов. Смоленск: Ойкумена, 2012. – 760 с.
10. Т. А. Штерцер. Эмпирический анализ факторов инновационной активности в субъектах РФ//Вестник Новосибирского государственного университета. Серия «Социально-экономические науки». Т. 5. №. 2. 2005. С. 100.
11. J. D. Adams. Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US universities, 1981-1999//Research policy. Т. 34. №. 3. 2005. С. 259-285.
12. S. Belenzon, M. Schankerman. Spreading the word: Geography, policy, and knowledge spillovers//Review of Economics and Statistics. Т. 95. №. 3. 2013. С. 884-903.
13. R. Boschma. Proximity and innovation: a critical assessment//Regional studies. Т. 39. №. 1. 2005. С. 61-74.
14. L. Bottazzi, G. Peri. Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data//European Economic Review. Т. 47. №. 4. 2003. С. 687-710.
15. T. Brenner, T. Broekel. Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units//Industry and Innovation. Т. 18. №. 1. 2009. С. 7-37.
16. S. Breschi. Agglomeration economies, knowledge spillovers, technological diversity and spatial clustering of innovations. Libero Istituto Universitario Carlo Cattaneo, 1998.
17. R. Crescenzi, A. Jaax. Innovation in Russia: the territorial dimension. No. 1509. Utrecht University, Section of Economic Geography, 2015.
18. M. P. Feldman, R. Florida. The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States//Annals of the Association of American Geographers. Т. 84. №. 2. 1994. С. 210-229.
19. M. Fritsch, G. Franke. Innovation, regional knowledge spillovers and R&D cooperation//Research policy. Т. 33. №. 2. 2003. С. 245-255.
20. Z. Griliches (ed.). R&D, patents and productivity. University of Chicago Press, 2007.
21. Z. Griliches. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth//The Bell Journal of Economics. 1979. С. 92-116.
22. A. B. Jaffe. Real effects of academic research//The American Economic Review. 1989. С. 957-970.
23. A. B. Jaffe, M. Trajtenberg, R. Henderson. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations//National Bureau of Economic Research. № w3993. 1992.
24. T. F. Leslie, B. Uallachain B. Rethinking the regional knowledge production function//Journal of Economic Geography, 7, 2007. С. 737-752.
25. J. Nussle. Update of statistical area definitions and guidance on their uses. Office of Management and Budget of the US Government, 2008.
26. M. Polanyi. The logic of tacit inference//Philosophy. Т. 41. №. 155. 1966. С. 1-18.
27. P. M. Romer. Increasing returns and long-run growth//The journal of political economy, 1986. С. 1002-1037.
28. G. A. Stevens, J. Burley. 3,000 raw ideas equals 1 commercial success!//Research technology management. Т. 40. №. 3. 1997. С. 16.
29. J. M. Zabala-Iturriagoitia et al. Regional innovation systems: how to assess performance//Regional Studies. Т. 41. №. 5. 2007. P. 661-672.

What factors affect regional innovation activity?

S. P. Zemtsov, Institute of Applied Economic Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

V. A. Barinova, laboratory of corporate strategy and firms behavior studies, Institute of Applied Economic Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

A. K. Muradov, graduate student, department of conceptual analysis and design, Moscow Physical-Technical Institute.

Regional innovation policy requires the specification of the main support directions and definition of target indicators, so the studies of the regional innovation activity factors are widespread. The results of the most significant publications in Russia and abroad are analyzed and summarized in this article. An analysis of econometric studies, mostly based on the model of knowledge production function has shown that the important factors of regional innovation activity are: interrelated private and budgetary expenses on R & D increase, co-location of fundamental and applied science centers, human capital quality development and the rapid development of technology transfer centers. At the same time there are fundamental indirect factors that are hardly to be influenced : the level of economic diversification, the historical background of the regional innovation system development, the level of innovation development of the neighboring regions, etc. In other words, innovation activity is a multifactorial phenomenon associated with the development of regional innovation systems, which is not determined solely by the scope of R & D funding. The results can be used as a basis for further empirical research in Russia, as well as the policy advice basis.

Keywords: innovative activity, knowledge production function, knowledge spillovers, human capital, research and development, innovation, regional innovation systems, innovation policies.