

А.А. Кравцов  
ИМЭМО РАН, Москва

## Развитие исследований инновационных процессов на основе патентной статистики: аналитический обзор<sup>1</sup>

**Аннотация.** В статье представлен обзор ключевых работ, посвященных изучению сущности патентов как экономической категории, а также научных публикаций, в которых для количественного анализа экономики используются патентные данные. Автор выделяет следующие основные направления исследований: технологический прогресс, отраслевые и межстрановые сопоставления. Проанализированы основные результаты, полученные при изучении патентной статистики с помощью количественных методов. Показано, что за последние 60 лет патенты привлекались к анализу экономики как на уровне фирм, так и на уровне отраслей и государств, в том числе при межотраслевых и межстрановых сопоставлениях. В области методологии экономических исследований, которые проводились на основании патентных данных, произошел переход к более сложным количественным методам. Наиболее распространенным методом стал регрессионный анализ. Выделены специализированные количественные методы, применяющиеся в подобных работах наряду с регрессионным анализом и в дополнение к нему. В частности, для исследования патентных данных привлекались гравитационная модель, модель пропорциональных рисков Кокса, пуассоновская регрессионная модель, а также модель CDM. Установлено, что последние публикации по патентной тематике с использованием продвинутых количественных методов способствуют преодолению сохраняющихся трудностей оценки патентов как экономической категории.

**Ключевые слова:** *патентная статистика, инновационная экономика, методология исследований, корреляционный анализ, регрессионный анализ.*

Классификация JEL: C5, N01, O3.

### Введение

Число зарегистрированных патентов стало привычным показателем инновационности и успешности экономики той или иной страны. Этот показатель используется в таких рейтингах, как Global Competitiveness Report Всемирного экономического форума (WEF), European Union Scoreboard в Евросоюзе, Global Innovation Index бизнес-школы INSEAD и The International Innovation Index Бостонской консалтинговой группы (BCG). Страны с формирующимися рынками нередко стремятся увеличивать число имеющихся патентов (и Россия не исключение), поскольку наличие патентов считается признаком эффективности научных исследований. В то же время высказываются сомнения в универсальности и объективности данного показателя, ведь порой запатентованные изобретения или улучшения не применяются в реальной жизни, а остаются только на бумаге. Нет никаких сомнений в том, что спор между приверженцами показателя «число патентов» и его противниками продолжится, как и публикация научных работ по данной теме. Мы не ставим себе цели примкнуть

<sup>1</sup> Автор благодарит руководителя сектора экономики науки и инноваций ИМЭМО РАН Н.В. Тоганову за полезные советы и методические рекомендации.

к одному из этих лагерей. Задача данной статьи: проследить тематическую и методологическую динамику научных исследований, в которых авторы использовали патентную статистику. Поскольку за последние десятилетия были опубликованы сотни работ по данной теме, мы приводим в качестве примеров только ключевые работы.

Среди основных направлений исследований с использованием патентов можно выделить три группы: технологического прогресса, развития отраслей и межстрановых сопоставлений. Первая группа работ концентрируется на рассмотрении патентов как экономической категории и возможностях оценивать с их помощью динамику технологического развития, в первую очередь технологических прорывов. Вторая группа исследований обращает внимание на динамику развития одной или нескольких отраслей, сравнивая их при помощи патентной статистики. Третья группа предлагает сопоставлять результаты инновационной деятельности стран, например, с целью определять уровень их конкурентоспособности.

По мере развития математических методов в экономике менялись методы, используемые для анализа патентной статистики. Выбор конкретного метода определяется задачами и предпочтениями исследователя. Круг таких методов достаточно широкий, однако можно выделить несколько основных типов анализа: простой количественный, корреляционный, регрессионный и ряд специализированных. Начиная с конца 1980-х годов ведущим методом становится регрессионный анализ и его продвинутая версия – панельный, дополняемый такими вспомогательными методами, как гравитационные модели или метод регрессии Пуассона.

### **1. Патентная статистика и технологический прогресс**

Патентная статистика считается признанным показателем экономического развития, однако вопрос о том, что конкретно отражает число и номенклатура регистрируемых патентов, остается дискуссионным. Данное направление исследования патентов является одним из старейших и прослеживается с середины XX в.

В числе первых исследователей, обративших внимание на патенты как показатель, позволяющий давать количественные оценки развития экономики, был американский экономист Джейкоб Шмуклер (начало 1950-х годов). Он связал патенты с результатами изобретательской деятельности, определив их число как показатель производительности факторов производства (Schmookler, 1966). Однако активные исследования патентной статистики начались лишь в 1980-е годы, когда ускорение научно-технического прогресса невозможно было отрицать. Обратной же стороной этого процесса ускорения стало сокращение жизненного цикла продукта и обострение конкуренции на мировом рынке. Роль промышленных технологий в обеспечении конкурентоспособности производимого товара возрастала.

Одновременно активное развитие информационно-коммуникационных технологий позволило создавать базы данных о патентной активности компаний, а также повысило их доступность для широкого круга лиц — ученых, чиновников и представителей бизнеса. В 1990-е годы патенты получили международное признание в качестве показателя научно-технической деятельности. Рекомендации для использования патентной статистики для оценки инновационной деятельности были включены в Руководство Осло от 1992 г. — основополагающий документ ОЭСР, содержащий методологические требования, предъявляемые экспертами Организации к исследованиям в области инновационной деятельности. В 2005 г. вышла его третья редакция (OECD, 2005). В 1994 г. ОЭСР впервые выпустила первое специализированное руководство по патентной статистике и ее использованию при оценке научно-исследовательской деятельности (OECD, 1994). В 2009 г. была выпущена новая версия руководства, освещающая вопросы сбора и анализа патентных данных (OECD, 2009).

Деловое сообщество также оценило возможности патентных данных. Появились специализированные интернет-платформы для распространения информации о таких патентных исследованиях, как Intellogist, компании, предлагающие услуги продвинутого патентного анализа (например, Trepapel), а также специализированные компьютерные программы для визуализации патентных данных (ThemeScape). Развитию количественных методов анализа патентных данных поспособствовало появление программ математического анализа (например, EViews).

Патентная статистика позволила экономистам расширить горизонт исследований. Американский экономист Цви Грилихес, которому принадлежит фундаментальное исследование вопросов, возникающих при изучении экономической природы патентов (Griliches, 1990), выделил значимые экономические показатели, которые позволила оценивать патентная статистика:

- результаты и эффективность НИОКР компаний и отраслей;
- стоимость внедряемых инноваций;
- стоимость компаний;
- эффекты перелива при взаимодействии экономических акторов в ходе исследований и разработок (ИР);
- влияние иностранных инвестиций.

Помимо этого Ц. Грилихес популяризовал взгляд Дж. Шмуклера на патенты как на показатель уровня технологического развития национальных экономик, а также экономико-математическое моделирование как на способ обработки патентной статистики в экономических исследованиях. Число работ по данной тематике возрастало на протяжении 1990-х и 2000-х годов, и в настоящее время количественный анализ с применением эконометрических методик — один из наиболее распространенных подходов в работах, использующих патентную статистику.

Однако использование патентной статистики в качестве экономического показателя сопряжено с рядом методологических трудностей. Основные из них были выделены К. Пейвиттом (Pavitt, 1985). Как выяснилось при ближайшем рассмотрении, патентование не очень точно отражает качество и масштабы исследовательской активности предприятий и индивидуальных исследователей. Не все изобретения обладают патентоспособностью (т.е. могут быть запатентованы согласно действующему законодательству), и не все патентоспособные изобретения патентуются. Кроме того, ситуация по странам разная: в некоторых странах транзакционные издержки патентования столь высокие, что изобретатели практически не склонны патентовать свои результаты. В то же время многие компании защищают патентами даже те изобретения, которые они не планируют использовать в производстве.

Отдельные сложности возникают при соотношении патентов с расходами на ИР. Так, расходы на них составляют лишь примерно половину общих расходов на внедрение инновации (вторая половина приходится на запуск производства и маркетинг), а доля малых предприятий в производстве инноваций значительно выше, чем можно было бы ожидать, исходя из их затрат на ИР (Pavitt, 1984). Последнее объясняют тем, что в малых предприятиях в качестве расходов на ИР учитываются далеко не все виды деятельности, связанные с созданием новшеств.

Тем не менее, несмотря на возникающие сложности, регистрация патентов дает исследователям объективные преимущества. В частности, систематизированность патентной статистики существенно облегчает поиск и отбор информации об исследованиях в конкретной области знаний, а существование компьютерных баз патентных данных, доступных через Интернет, ускоряет получение такой информации. Благодаря международной практике регистрировать наиболее значимые изобретения в нескольких патентных организациях в разных государствах исследователи могут получать сведения о научно-технологическом развитии стран, язык которых изучать трудно. Кроме того, регистрация запроса на получение патента или выдачи патента позволяет определить время и место возникновения ключевых изобретений, вызвавших существенные сдвиги в технологической картине тех или иных отраслей.

Исследование цитирования патентов с использованием библиографических методов и экспертных оценок для определения важных инноваций (Carpenter, Narin et al., 1981) позволило косвенно оценить характер научно-технического прогресса: выяснилось, что важные патенты цитируют чаще прочих. Таким образом, анализ цитирования патентов позволяет выявлять изобретения, ранее не привлекавшие внимания исследователей, но эти же цитаты можно считать слабыми сигналами о грядущей технологической перестройке отрасли.

Вопросы влияния технологического прогресса на международную торговлю поднимались в исследовании Л. Соэта (Soete, 1981) об эмпирической проверке теории технологического разрыва, согласно которой страна-инноватор имеет возможность извлекать монопольно высокую прибыль из торговли новым продуктом до тех пор, пока страны-импортеры не сумеют воспроизвести новинку (Posner, 1961). Время от начала экспорта нового товара в страну до момента начала его копирования называется «имитационный лаг». Считается, что он зависит от уровня инновационной активности и расходов на ИР в стране-импортере. Взаимосвязь между числом патентов, зарегистрированных представителями других стран в США, и секторной структурой их экспорта подтвердилась для 28 из 40 рассмотренных стран.

Исследование Л. Соэта также не избежало критики в связи с трудностью и неоднозначностью отнесения патентов к той или иной отрасли, так как классы, на которые принято классифицировать патенты в США, зачастую относятся к нескольким отраслям. Патенты как экономическая категория могут рассматриваться двояко: как результат ИР тех отраслей, в которых они были получены, и как фактор производства в тех отраслях, в которых они используются. Также собственником патента может быть компания, не относящаяся ни к одной из двух предыдущих отраслей.

Возможно, этим обстоятельством отчасти объясняется и то, что, согласно некоторым исследованиям, патентная статистика не в состоянии идентифицировать появление прорывных инноваций, а способна только оценить вторичный (вызванный ими) рост инновационной активности (Walsh, 1984).

Чилийский автор Х. Доносо проанализировал зависимость патентуемости изобретений от их технологической сложности (Donoso, 2014). Он установил, что изобретения высокой и низкой технологической сложности чаще остаются незапатентованными, чем изобретения средней сложности – зависимость патентования от технологической сложности имеет обратнопараболический характер. Возможное объяснение этого обстоятельства состоит в том, что технологическая сложность изобретений хотя и усложняет их копирование, однако увеличивает выгоду в случае его успеха.

Тема взаимосвязи между университетскими исследованиями и коммерческими инновациями получила развитие в исследовании А. Джеффа (Jaffe, 1989). Используя статистические данные по промышленности США и концепцию производственной функции знаний, разработанную Ц. Грилихесом (Griliches, 1979), автор провел регрессионный анализ зависимости патентования в отраслях от расходов на ИР в промышленности и расходов на ИР в вузах. При этом учитывалось взаимное расположение промышленных предприятий и вузов, в частности их расположение в одном штате.

По итогам исследования была подтверждена статистическая зависимость между университетскими исследованиями и коммерческими инновациями. Наиболее сильно эта зависимость проявилась в фармацевтике, менее всего – в химической промышленности и электронике. Влияние географического взаимного расположения предприятий и вузов оказалось слабым, но внутри отраслей оно оказалось несколько сильнее, чем между ними. На этом основании автор сделал предположение, что имеет место эффект перелива, но лишь для ряда отраслей, и только внутри них.

## 2. Отраслевые исследования

Отраслевые исследования с использованием патентной статистики следует рассматривать как продолжение предыдущего направления исследований научно-технического прогресса. Однако если в упомянутых выше работах вопрос ставился о наличии (или отсутствии) взаимосвязи между числом патентов и тем или иным показателем уровня инновационности экономики, то в отраслевых исследованиях авторы исходят из того, что роль патентов различается по отраслям. Исследовательский вопрос состоит в том, каковы особенности конкретной отрасли. Отраслевые исследования могут проводиться для одной и нескольких избранных отраслей. Это направление также имеет историю. Еще в 1970-е годы в исследованиях химической промышленности США было выявлено падение числа патентов, получаемых на единицу расходов на ИР в ряде химических подотраслей США. Одним из возможных объяснений стала концентрация отрасли, сопровождающаяся падением патентной деятельности (Soete, 1978).

Японские авторы Т. Ватанабэ и Е. Цудзи на примере производства принтеров и фотоэлектрических солнечных элементов в Японии проанализировали некоторые аспекты экономической деятельности, которые отражает патентная статистика и набор патентных данных, выдвигаемых в качестве более репрезентативного отражения инновационной деятельности (Watanabe, Tsuji, Griffy-Brown, 2001). Исследование выявило неполное соответствие динамики числа японских патентов, планировавшихся, но не поданных в USPTO, числу японских патентов, поданных в USPTO. Это подтвердило важность патентных заявок, подготовленных, но не поданных в USPTO в качестве показателя инновационной активности.

Гонконгские авторы М. Фан и У. Чоу на примере предприятий химической, компьютерной и электротехнической отраслей по странам мира рассмотрели влияние на инновационный процесс пула знаний (и их диффузии), кумулятивного эффекта от предшествующих исследований, межфирменной гомогенности технологического развития и масштаба инноваций (патентное цитирование) (Fung, Chow, 2014).

Как выяснилось, диффузия знаний играет наиболее значимую роль в химической отрасли, а наиболее скромную – в электротехнической. Предшествующие исследования интернализируются наиболее эффективно в компьютерной отрасли, наименее – в электротехнической. Инновации с широкой сферой применения наиболее важны в химической промышленности. Активность ИР, в соответствии с концепцией Ц. Грилихеса, определяется совокупностью рыночных условий и технологических возможностей.

### 3. Межстрановые сопоставления

Сравнение показателей патентной статистики стран дает возможность сопоставить уровень и динамику их инновационного и технологического развития. Нередко наряду с национальной статистикой по патентованию привлекаются данные о патентах, полученных за рубежом. Чаще всего при этом используются данные по патентованию иностранных фирм в США – как стране, обладающей одним из крупнейших внутренних рынков и развитой патентной системой. Важно также и то, что в США располагается большое число крупных промышленных компаний, способных скопировать иностранное изобретение.

Пример работы, применяющей данный подход, – исследование (Jung, Imm, 2002), в котором с целью сопоставления патентной активности Республики Корея и Китайской Республики (Тайваня) изучается доля выданных патентов по заявкам корейских и тайваньских компаний в Республике Корея, на Тайване и в США.

В Республике Корея число запросов на получение патента в 15 раз выше, чем на Тайване, но число заявок в США на треть ниже. Кризис 1998–1999 гг. привел к падению патентной активности в Корее, но процент заявок, подаваемых в США, не изменился и составил около 7% от числа заявок, поданных в Республике Корея. Уровень выдачи патентов корейским компаниям в США в начале 1990-х годов несколько упал из-за изменения патентной политики «Самсунг», подавшей больше патентных заявок в Корее. Тайвань, напротив, представляет в США в полтора раза больше патентных заявок, чем у себя. Уровень выдачи патентов компаниям Тайваня в США несколько ниже, чем у компаний – Республике Корея, но он устойчиво растет, в то время как у Республики Корея колеблется. Из этого авторы делают вывод, что качество патентных заявок на Тайване значительно выше, чем в Республике Корея, и управление патентной деятельностью Тайваня в США улучшается. Сравнительно низкий уровень выдачи патентов тайваньским компаниям в США объясняется частой подачей заявок на полезные модели, которые не соответствуют требованиям патентной экспертизы США.

В работе (Acs, Anselin, Varga, 2002) исследуется зависимость между производством инноваций (числом инноваций и патентов)

и концентрацией исследовательских организаций и интенсивностью информационного обмена между ними на примере США. С целью проверить адекватность патентов как средства измерения результатов инновационной деятельности авторы используют в качестве результирующей переменной, помимо числа полученных в регионе патентов, число зарегистрированных инноваций. Основными факторами инновационной активности выступают численность исследователей, работающих на промышленных предприятиях, и расходы университетов на ИР. При этом авторы отказались от использования стандартной административной сетки регионов, а отнесли к каждому конкретному региону предприятия и университеты, которые находились в пределах 50 и 75 миль по автострате от административного центра региона. Во второй модели также учитываются коэффициент локализации высокотехнологичных отраслей (доля занятых в них в регионе по сравнению со средней по США), доля малых и средних предприятий и занятость в деловых услугах. В результате было выявлено, что число патентов адекватно отражают результаты инновационной деятельности, причем число патентов менее зависит от университетских исследований, чем число инноваций. Однако авторы предполагают, что степень влияния внутрирегионального взаимодействия на производство инноваций в модели преувеличена, а эффекты перелива от ИР, наоборот, недооценены.

Тема влияния пространственного распределения исследователей на эффективность их деятельности рассматривается также в труде (Agrawal, Karur, McHale, 2008). На примере экономики США авторы исследовали зависимость производства инноваций от уровня локализации информационного обмена, а также от коэффициента локализации отрасли, доли малых и средних предприятий и занятости в деловых услугах. В частности, была изучена зависимость территориальной близости и общей национальной принадлежности исследователей на интенсивность цитирования ими патентов друг друга.

Оба показателя положительно влияют на цитирование патентов, что ожидаемо подтвердило гипотезу о диффузии информации внутри территориальных и национальных сообществ исследователей. Однако обнаружилось, что географический и национальный факторы являются субститутами: для близко расположенных исследователей цитирование существенно возрастает, но только если они принадлежат к разным национальностям.

#### **4. Простые количественные методы исследования**

К простым количественным мы отнесли методы, не предполагающие применения продвинутого математического аппарата. Наиболее простым и широко распространенным является подсчет числа патентов в исследуемой области знаний или отрасли экономики с учетом их географического или временного распределения.



Подобная методика широко применялась до середины 1980-х годов, когда ее потеснили более совершенные виды анализа. Анализ числа патентов позволил исследователям не только давать ответы как на уже упомянутые выше вопросы (инновационность экономики в целом, межстрановые и межсекторные сопоставления), но и анализировать такие политические проблемы, как захват рынков транснациональными компаниями (ТНК), конкуренция и кооперация между странами. Приведем несколько примеров.

В исследовании (Basberg, 1982) рассматривалась возможность применения патентов для определения времени появления изобретений, внедрения и диффузии инноваций, а также возможные причины технологического сдвига в китобойной отрасли Норвегии. Проанализировав соответствие между данными о патентах, выданных китобойным предприятиям Норвегии, и рядом иных статистических данных этих предприятий (возраст оборудования, его производительность и капиталовооруженность, даты основных технологических сдвигов и конъюнктурных изменений), автор пришел к выводу, что патентная статистика адекватно определяет время появления изобретений, внедрения и диффузии инноваций. Технологический сдвиг в китобойной промышленности Норвегии был вызван борьбой фирм за снижение издержек на фоне падения цен на китовый жир. Роль патентования изобретений в нем была вторичной.

Патентная статистика, количественно оцененная, позволяет изучать явления в масштабах всей мировой экономики. Так, в ЮНКТАД было проведено исследование особенностей патентной деятельности развивающихся стран и ее соответствие классическим взглядам на роль патентов в инновационной экономике (O'Brien, 1974).

Учет числа патентов, принадлежащих различным компаниям, показал, что, по состоянию на 1974 г., 83–85% патентов в развивающихся странах принадлежит иностранцам, главным образом ТНК, и не имеет отношения к национальной инновационной активности. В то же время оценка числа патентов, используемых в промышленном производстве, показала, что 95% патентов никогда не используются, а служат для запрещения местного производства и увеличения власти иностранных корпораций. Реально используемые патенты налагают существенные издержки, связанные с трансфертным ценообразованием и ограничениями в лицензионных соглашениях. Техническая информация, содержащаяся в патентах, представляет для развивающихся стран малую ценность: в отсутствие патентов она могла бы быть приобретена на международном рынке по низкой стоимости, но для ее использования не хватает квалификации.

Концентрация патентуемых изобретений в руках ТНК выдвинула на первый план тему международного сотрудничества в сфере исследований и разработок. Шведские ученые А. Бергек и М. Брузелиус на примере корпорации «АВВ» изучили применимость патентов

с несколькими изобретателями из разных стран для исследования международного сотрудничества в области ИР (Bergek, Bruzelius, 2010).

По их данным, лишь 15% патентов с несколькими изобретателями – результат сотрудничества между независимыми организациями, остальные появляются в результате кооперации между подразделениями одной фирмы. При этом 25% коллективных патентов не связаны с проведением ИР, но с совместным патентованием или учетом оказанных коммерческих услуг. Лишь треть коллективных патентов являются результатом совместных ИР как таковых, остальные – продукт договоров о проведении ИР и консультировании в области ИР.

Количественный анализ патентной статистики позволяет проводить и межстрановые сопоставления. Например, группа ученых из Индии провела сравнительный анализ развития и защиты своих технологий Индии и Китая путем патентной защиты своих торговых интересов на международном рынке (на примере патентования их компаний в США) (Bhattacharya, Pradosh, 2002). Участники исследования установили, что со времени образования ВТО наблюдается резкий рост патентования в Индии и КНР как по числу патентов, так и по числу технологических секторов. Их патенты также замечают участники соответствующих отраслей (коэффициент их цитирования больше 1). По этим показателям Индия близко подошла к КНР, а по широте патентных семей даже лидирует, однако ее структура внешней торговли не отражает успехов патентования. Индия экспортирует в основном сырье и материалы, Китай же – средне- и низкотехнологичные товары. При этом он представлен и на мировом рынке высокотехнологичных товаров, тогда как Индия испытывает сложности в коммерческих внедрениях запатентованных разработок.

К простым количественным методам можно отнести и такие библиометрические методы исследования патентных данных, как анализ цитирования и подсчет числа публикаций (патентов) одного автора (изобретателя, правообладателя), по необходимости дополняемые контент-анализом конкретных патентов. Их могут дополнять и другие количественные методы. В частности, в упоминавшемся ранее исследовании об определении важных инноваций путем изучения патентного цитирования (Carpenter, Narin et al., 1981), помимо анализа патентного цитирования (расчета числа цитирований в рассмотренные годы и средних значений цитирования в различных отраслях), также был применен дисперсионный анализ. Это позволило количественно оценить зависимость между исследуемыми показателями: влияние набора патентов (важные патенты и контрольный набор) на число цитирований.

### 5. Корреляционный анализ

При корреляционном анализе проводится расчет корреляции между патентами и экономическими показателями, которые выдвигают

гаются в качестве факторов патентной активности или позволяют оценить качество патентов. Для оценки тесноты корреляции между патентами и применяется линейный коэффициент корреляции (коэффициент корреляции Пирсона). Данный метод позволяет количественно оценить тесноту связи между ними и патентами, его также сравнительно просто применять. Однако следует учитывать, что линейный коэффициент корреляции имеет два существенных ограничения. Во-первых, наличие корреляции между двумя факторами само по себе не доказывает их взаимной связи, так как она может быть вызвана их связью с неучтенным третьим фактором. Поэтому корреляционному анализу в экономике должно предшествовать обоснование возможности взаимной связи между рассматриваемыми величинами с точки зрения экономической теории. Во-вторых, корреляция способна выявить взаимосвязь только между группой факторов, в отношении которых действует нормальное распределение, т.е. если зависимость одного фактора от другого можно определить как линейную. Если распределение не является нормальным, то корреляционный анализ не обнаружит взаимосвязи между факторами, даже если она имеется.

Тем не менее благодаря сравнительной простоте расчета коэффициента Пирсона корреляционный анализ стал достаточно широко применяться при анализе патентных данных, хотя и не так широко, как регрессионный анализ, позволяющий оценить не только тесноту связи, но и степень влияния тех или иных факторов на патентную активность.

В исследовании М. Трахтенберга (Trajtenberg, 1990) корреляционный анализ был использован для установления зависимости между числом патентов высокой значимости и социальной значимостью инноваций в рассматриваемой сфере (например, производство компьютерных томографов). В качестве показателя значимости инноваций был введен взвешенный патентный индекс, рассчитываемый как сумма всех полученных за период патентов и число их цитирований. Социальная значимость инноваций оценивалась через прирост набора отраслевых товаров за период времени. Было установлено, что на рассмотренном периоде между социальной значимостью инноваций в отрасли и ее взвешенным индексом патентного цитирования существует линейная корреляция. Эта связь доказала, что взвешенный патентный индекс является адекватным индикатором результативности инновационной деятельности в отрасли.

С. Якобссон и Ч. Оскарссон при помощи корреляционного анализа на примере Швеции изучили возможности, которые предоставляют статистические данные по расходам на ИР, патентам и образованию для определения динамики национального технологического развития (Jacobsson, Oskarsson, Philipson, 1996). Они изучили распределение технологической активности между мелкими и крупными

предприятиями, а также определили сферы технологических компетенций отобранных для изучения фирм.

Оказалось, что около 80% расходов на ИР в Швеции за рассматриваемый период (1985–1987 гг.) приходилось на 25 компаний, которым принадлежало более трети всех патентов, выданных за то время шведским фирмам в США, и порядка 30% шведских инженеров и ученых-специалистов в области естественных наук. Корреляционный анализ подтвердил высокую взаимосвязь между патентными данными и данными о распределении между компаниями и отраслями сотрудников со специализированным образованием. Эти данные были признаны более адекватными показателями технологического развития Швеции, чем статистика расходов на ИР, поскольку расходы на ИР переоценивают роль крупных фирм и недооценивают роль малых. Однако для оценки характера и разнообразия технологических компетенций фирмы более подходят данные об образовании ее работников. Оптимально использовать сочетание трех упомянутых типов данных.

## 6. Регрессионный анализ

Регрессионный анализ вошел в число методов, используемых при анализе патентов, в 1980-е годы и с тех пор является одним из основных. Достоинство данного метода состоит в том, что он позволяет оценить не только наличие или отсутствие взаимосвязи между числом патентных заявок и их предполагаемыми факторами, но и оценить степень влияния каждого из факторов. Полученные в результате расчетов коэффициенты модели отражают эластичность патентной активности фирмы в отрасли или в стране от факторов, включенных в модель. Также имеется возможность построения прогнозов динамики исследуемого показателя, если известна предполагаемая динамика его факторов.

При этом, помимо проверки на отсутствие мультиколлинеарности (корреляции между факторами модели), а также на значимость каждого из полученных коэффициентов и всего уравнения в целом, проводится ряд дополнительных проверок с целью исключить автокорреляцию (влияние предыдущих значений переменной на последующие) и гетероскедастичность (непостоянство дисперсии случайных ошибок модели).

Данный метод все более активно используется при исследовании патентной статистики, начиная с 1990-х годов. Помимо прочего, его применили для изучения эффектов перелива от исследований, проводимых высшими учебными заведениями (Jaffe, 1989). Составленная при этом модель, включающая в качестве факторов НИОКР корпораций и НИОКР вузов, впоследствии в том или ином виде неоднократно использовалась другими авторами (Acs, Anselin, Varga, 2002). Например, Ц. Грилихес использовал ее для изучения зависимости

числа запросов на получение патентов в США от роста национальных расходов на оборону, корпоративных НИОКР и НИОКР вузов (Griliches, 1990).

В исследовании, посвященном изучению влияния на диффузию знаний территориальной и культурной близости исследователей, авторы использовали регрессионные модели с так называемыми фиктивными переменными, принимающими бинарные значения 0 или 1 (Agrawal, Karur, McNale, 2008). Это позволило включить в модель качественные переменные, не имеющие прямого количественного значения, – в данном случае принадлежность исследователей к определенной нации (индийцы) и расположение их в одном городе – и оценить их влияние на исследуемую величину (патентное цитирование).

К настоящему времени регрессионный анализ применяется в различных направлениях исследований с использованием патентной статистики.

Так, при изучении связи между качеством патентов фирмы и экономической ценностью ее ИР (Hirschey, Richradson, Scholz, 2001) была построена регрессия, оценивающая влияние удельных (на единицу основного капитала) расходов фирмы на ИР и цитирования ее патентов на рыночную стоимость этой фирмы. Индекс текущего патентного цитирования оказался адекватным показателем ценности изобретения и индикатором важных технологий. Между ним и затратами на ИР была обнаружена сильная положительная зависимость, из чего была выведена рекомендация компаниям публиковать справочные данные о качестве патентов для облегчения оценки качества корпоративных ИР. Также предполагалась возможность публикации этих данных независимыми источниками.

В Китае с помощью регрессионного анализа была подтверждена ведущая роль государственного финансирования в обеспечении взрывного роста патентования в стране в 2000–2010 гг. (Li, 2012). Рост патентования наблюдается в КНР с 2000 г., он происходит как за счет физических лиц, так и среднего и малого бизнеса, а также университетов и НИИ. География распределения роста неравномерна, но на промышленном Востоке рост заметно выше, что связано с концентрацией там основных промышленных и исследовательских центров. Основным фактором роста было признано региональное субсидирование патентования.

В исследовании (Ramani, El-Aroui, Carrère, 2008) дается формулировка базы знаний экономического агента с использованием исключительно патентной статистики. На основании матрицы базы знаний<sup>2</sup> строится модель производственной функции знаний, которая оценивается на уровне отрасли и отдельных фирм.

На примере предприятий пищевой промышленности оценено воздействие собственной базы знаний фирмы и внутри- и межотраслевых эффектов перелива на производство новых технологий.

<sup>2</sup> Ее элементами являются числа, отражающие числа патентов, имеющих отношение к двум различным отраслям одновременно: к одной принадлежит сам патент, эффектами перелива из другой пользуется патентуемое изобретение.

Панельный анализ представляет собой изучение перекрестных выборок данных, прослеженных по временным периодам, т.е. каждая переменная в модели изменяется как в пространстве (или качестве), так и во времени. Данный тип анализа чаще всего используется для отслеживания во времени изменений в географической выборке параметров, например динамика числа заявок на получения патента в ряде стран мира в определенные годы. Панельный анализ является одним из наиболее мощных инструментов количественного анализа данных, используемых в современной науке при анализе патентной статистики, однако в широком употреблении он начал входить сравнительно недавно, поскольку требует очень большого набора сопоставимых данных и достаточно высокой квалификации исследователя.

Примером могут послужить исследования Х. Эрнста из Кильского университета, в котором автор по выборке запросов на получение патента от 50 станкостроительных компаний ФРГ за 1989–1992 гг. установил, что патентование изобретений позволяет значительно наращивать их продажи через 2–3 года после получения исключительных прав, особенно в случае международного патентования (Ernst, 2001). Также было подтверждено, что патентная активность позволяет корректно оценивать активность НИОКР.

### 7. Специализированные количественные методы

Помимо упомянутых выше методов, ряд авторов при исследовании патентных данных используют специализированные методики анализа. Как правило, к ним прибегают как к дополнительным инструментам с целью расширить возможности, предоставляемые основными методами. Например, оценить без использования в модели фиктивных переменных влияние качественного фактора на патентную активность или провести имитационное моделирование.

Наиболее примечательными из специализированных методов, на наш взгляд, являются гравитационная модель, модель пропорциональных рисков Кокса, пуассоновская регрессионная модель и модель CDM.

Гравитационные модели получили свое название за сходство с формулой всемирного тяготения. Их применение позволяет оценить влияние расстояния между исследуемыми объектами на взаимодействие между ними. Первоначально данный метод был разработан для изучения внешней торговли и ее зависимости от расстояния между торгующими субъектами (странами). В этом качестве его использовал один из основателей эконометрики Я. Тинберген (Tinbergen, 1962). Однако в настоящее время этот подход применяется и в других направлениях экономических исследований.

Итальянский экономист Л. Пиччи воспользовался гравитационной моделью, модифицированной для использования в регрессионном анализе, для исследования степени и факторов интернаци-

анализации изобретательской деятельности в Европе, оцененной по статистике международных патентов (Ricci, 2010). Одновременно был разработан новый набор индикаторов для измерения международных патентных заявок. Под последними понимаются заявки, у которых хотя бы один из изобретателей или подателей заявки на получение патента (в качестве которых могут выступать не только сами изобретатели, но и фирмы) является гражданином другой страны, чем остальные изобретатели или податели заявки. По итогам исследования было установлено, что уровень интернационализации изобретательской деятельности в Европе остается на низком уровне, но устойчиво растет. На международное сотрудничество в области ИР положительно влияют наличие общего языка и общей границы между странами, резидентами которых являются изобретатели и податели заявки, но негативно влияет расстояние между столицами стран–участниц исследовательского процесса. Однако влияние этих расстояний слабее, чем в модели международной торговли.

В исследовании связи между патентной статистикой, отражающей либо ценность изобретения, либо неопределенность окружающей деловой среды, и показателями коммерциализации изобретений (продуктов) (на примере фармацевтической промышленности) может применяться регрессионная модель пропорциональных рисков Кокса, представляющая уравнение вида

$$h_i(t) = H(t) \exp(b_1 X_{i1} + \dots + b_n X_{in}),$$

где  $h_i(t)$  – риск объекта  $i$  в момент  $t$ ;  $H(t)$  – базовый риск для всех объектов в момент  $t$ ;  $b_1, \dots, b_n$  – коэффициенты при факторах риска;  $X_{i1}, \dots, X_{in}$  – факторы риска.

В исследовании, посвященном коммерциализации продуктов фармацевтической отрасли (Wagner, Wakeman, 2016), данная модель позволила количественно оценить экономические риски. Авторам удалось установить, что величина патентной семьи и число патентных заявок, относящихся к проекту, положительно коррелируют со скоростью запуска продукта в производство и отрицательно – со скоростью запуска доклинических испытаний.

В работе, посвященной изучению влияния времени подачи патентной заявки на результативность инновационной деятельности фирмы, на примере патентов на DVD-диски, была применена модель регрессии Пуассона (Kim, Kim et al., 2016). Было установлено, что в условиях высокой неопределенности результативность инновационной деятельности фирмы тем выше, чем дольше она откладывает патентование своего изобретения. В условиях низкой неопределенности – наоборот. Существует окно возможностей между моментом, когда компания уже готова к патентованию изобретения, и моментом, когда аналогичную технологию запатентует кто-то из конкурентов. Ранее этого момента патентовать невыгодно, после – невозможно.

Модель CDM является одним из последних по времени создания методов количественного исследования, набравшего большую популярность. Модель названа по фамилиям ее авторов, представивших ее в работе 1998 г. (Crépon, Duguet, Maïresse, 1998). Модель является результатом развития методики регрессионного анализа и представляет собой систему одновременных уравнений. Она состоит из четырех уравнений, описывающих объем инвестиций фирмы в инновации, производство ею инноваций и производительность труда ее работников. Специфика модели состоит в том, что она объединяет в себе оба подхода к патентам как показателям инновационной деятельности: в ее рамках патенты являются как входящим (input) параметром, фактором создания инноваций, так и исходящим (output) продуктом, отражающим ее результат. Таким образом, авторы модели предприняли попытку преодолеть методологическую дилемму, подмеченную еще Грилихесом (Griliches, 1990). Методологически модель объединяет два уравнения: производственную функцию Кобба–Дугласа и производственную функцию знаний Грилихеса.

Исследование же было посвящено взаимосвязи производственной эффективности фирмы с ее инновационной активностью. Авторы опирались на последние на тот момент данные по патентной активности французских фирм в Европе, долю инновационных товаров в объеме их продаж и давлению на фирмы со стороны спроса и технологического прогресса. Его результаты согласовывались с выводами других исследователей: вероятность участия в ИР для конкретной фирмы возрастала с ростом ее размера (числа занятых), рыночной доли, диверсификации производства и давления со стороны внешних факторов (рыночного спроса на продукцию фирмы и технологического прогресса конкурентов). Усиление данных факторов ведет к ускоряющемуся росту расходов на ИР (кроме размера фирмы – зависимость расходов на ИР от размера фирмы линейная). Производительность же фирмы в отношении инноваций, оцененная по числу полученных ею патентов, зависит преимущественно от расходов на НИОКР и давления спроса и предложения.

Методика, предложенная Крепоном и его коллегами, снижала популярность среди экономистов, ее использовали в десятках своих статей европейские авторы. Среди последних следует отметить статьи об исследовании факторов и влиянии на производительность труда экологических инноваций (environmental innovations) итальянских компаний (Marin, 2014). Данное исследование установило, что в настоящее время прослеживается тенденция, которая может означать склонность итальянских фирм, использующих экологически грязные производства, переходить на экологичные технологии. Вместе с тем автор отмечает, что данный вывод справедлив лишь для краткосрочной перспективы, тогда как последствия жесткой экологической политики в Италии следует ожидать не ранее чем в среднесрочном периоде.



По мнению некоторых исследователей, модель CDM имеет перспективы для дальнейшего развития, в частности динамических версий модели, включения в модель инвестиционных ожиданий и более объективных замещающих переменных для создаваемых знаний (Теплых, 2014).

### **Заключение**

Исследования, использующие патентную статистику, насчитывают уже более чем полувековую историю и с тех пор качественно эволюционировали. Они начались с узкоспециализированного изучения патентов как показателя и фактора технологического прогресса, а к настоящему времени охватывают различные направления. Помимо микроэкономических направлений (изучение патентной активности фирм как отражения ее инновационной эффективности и показателя ее деятельности в рамках отрасли), исследования ведутся в области мезо- (оценка динамики развития конкретных отраслей по особенностям патентной активности в них) и макроэкономики (сравнение инновационной эффективности отдельных стран, международной кооперации в исследованиях и разработках).

В 1950–1970-е годы патент рассматривали в значительной степени качественно — как экономическую категорию, отражающую технологический прогресс. Однако с 1980-х годов по мере ускорения научно-технического прогресса и развития статистических баз данных усиливался интерес к использованию патентной статистики для количественных оценок развития экономики. С ее помощью стали измерять социальные и территориальные взаимодействия, вводя в модели такие факторы, как гражданство и национальная принадлежность исследователей, географическое расположение изобретателей и владельцев изобретений. В 1990-е годы патентная статистика получила официальное признание ОЭСР в качестве показателя качества и направления инновационной деятельности. Параллельно стали развиваться компьютерные программы для обработки патентных данных.

Не последнюю роль в расширении направлений исследований, использующих патентные данные, сыграло существенное обогащение их методологического аппарата. Появление больших баз патентной информации позволило исследователям воспользоваться продвинутыми методами количественного анализа, а появление специализированных компьютерных программ дало возможность в сжатые сроки обрабатывать крупные массивы данных. В этих условиях на смену простым количественным методам анализа, применявшимся ранее (подсчет числа патентов у конкретного объекта исследования и их распределения во времени и отраслевой принадлежности) и зачастую основанным на библиометрических методах, разработанных для анализа научных текстов, пришли такие более сложные спо-

собы, как корреляционный анализ, гравитационная модель, а также регрессионный анализ.

Последний в настоящее время является одним из наиболее распространенных инструментов оценки патентных данных, поскольку позволяет решать задачи, недоступные для других методов. В частности, с его помощью можно установить не только наличие устойчивой взаимосвязи между динамикой числа патентных заявок и ее предполагаемыми факторами, но и оценить силу влияния каждого из них на появление патентуемых изобретений. Помимо этого стало возможным определить степень влияния полученных патентов на различные отрасли.

Это позволяет считать регрессионный анализ одним из наиболее перспективных современных методов количественного анализа патентной статистики. Однако этот метод не лишен недостатков и сопряжен с рядом трудностей. В частности, присутствует риск отсутствия в модели значимых факторов, что может привести к искаженным результатам исследования и общему ухудшению качества модели. Несмотря на то что существуют определенные методики выявления подобных ошибок, выбирать факторы по-прежнему необходимо вручную, что требует глубокого знания исследуемого объекта и его связей с внешней средой. Сложности также может представлять экономическая интерпретация полученных математических результатов, в частности незначимости тех или иных факторов модели. Эти и другие проблемы авторы решают по-разному. Регрессионный анализ патентной статистики может дополняться иными методами: моделью пропорциональных рисков Кокса или пуассоновской регрессией.

Вместе с тем данный метод располагает определенным потенциалом, который в настоящий момент пока слабо реализован в изучении патентных данных. К числу таких возможностей можно отнести способность давать краткосрочные прогнозы динамики исследуемых показателей. Большинство других методов, применяемых при изучении патентной статистики, не располагают возможностью давать математически обоснованные прогнозы, но в регрессионном анализе это возможно. В частности, появляется возможность рассчитать будущие значения таких трудно прогнозируемых целевых показателей, как рыночная стоимость фирмы, производительность труда, — если определена функция его зависимости от более легко прогнозируемых факторов, в том числе патентных данных. Аналогично можно предсказать патентную активность, если рассматривать ее как отражение инновационной деятельности собственно фирмы или отрасли в целом, если имеются прогнозы по факторам патентования. Вместе с тем ни одна из рассмотренных нами работ, проведенных с использованием регрессионного анализа, не содержала количественных прогнозов. На наш взгляд, исследователям стоит попробовать рассмотреть возможности применить данный метод в прогностических целях.

Определенные сложности существуют и в качественной оценке экономической сущности патентов, а также в оценке их влияния на исследуемые показатели. Но с течением времени появляются публикации, посвященные данным проблемам, например склонности фирм патентовать свои изобретения (Watanabe, Tsuji, Griffy-Brown, 2001) и временному распределению патентования в пределах жизненного цикла продукта (Kim et al., 2016). Одним из наиболее сложных вопросов остается отделение патентов на прорывные технологии от охранных патентов, защищающих малоценные для их владельцев изобретения. Однако и для его решения предлагаются некоторые меры, например анализ цитирования патентов.

В целом можно заключить, что за время использования патентных данных в качестве показателя экономического развития их значение для анализа заметно возросло. Ведущую роль в этом сыграло ускорение НТП, рост значения для фирм ИР и обострение конкурентной борьбы, а в плане методологии – распространение продвинутых методов количественного анализа патентных данных, и в первую очередь регрессионного анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Теплых Г.** (2014). Анализ инновационной деятельности фирм в рамках CDM-подхода // *Вопросы экономики*. № 7. С. 51–65.
- Acs Z., Anselin L., Varga A.** (2002). Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge // *Research Policy*. Vol. 31 (7). P. 1069–1085.
- Agrawal A., Kapur D., McHale J.** (2008). How Do Spatial and Social Proximity Influence Knowledge Flows? Evidence from Patent Data // *Journal of Urban Economics*, Vol. 64(2). P. 258–269.
- Basberg B.** (1982). Technological Change in the Norwegian Whaling Industry. A Case-Study in the Use of Patent-Statistics as a Technology Indicator // *Research Policy*. Vol. 11(3). P. 163–171.
- Bergek A., Bruzelius M.** (2010). Are Patents with Multiple Inventors from Different Countries a Good Indicator of International R&D Collaboration? The Case of ABB // *Research Policy*. Vol. 39 (10). P. 1321–1334.
- Bhattacharya S., Pradosh N.** (2002). Using Patent Statistics as a Measure of ‘Technological Assertiveness’: a China–India Comparison // *Current Science*. Vol. 83 (1). P. 23–29.
- Carpenter M., Narin F.** et al. (1981). Citation Rates to Technologically Important Patents // *World Patent Information*. Vol. 3(4). P. 160–163.
- Crépon B., Duguet E., Mairesse J.** (1998). Research, Innovation and Productivity: an Econometric Analysis at the Firm Level // *Economics of Innovation and New Technology*. Vol. 7 (2). P. 115–158.
- Donoso J.F.** (2014). Do Complex Inventions Need Less International Patent Protection? // *Economics Letters*. Vol. 125 (2). P. 278–281.
- Ernst H.** (2001). Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evi-

- dence from Time-Series Cross-Section Analyses on the Firm Level // *Research Policy*. Vol. 30 (1). P. 143–157.
- Fung M.K., Chow W.W.** (2014). Identification of Technological Structures Using Patent Statistics // *Economics of Innovation and New Technology*. Vol. 12 (4). P. 293–313.
- Griliches Z.** (1979). Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth // *Bell Journal of Economics*. Vol. 10 (1). P. 92–116.
- Griliches Z.** (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. A Chapter in: R&D and Productivity: The Econometric Evidence // *Journal of Economic Literature*. Vol. 27. P. 1661–1707.
- Hirschey M., Richradson V.J., Scholz S.** (2001). Value Relevance of Nonfinancial Information: The Case of Patent Data // *Review of Quantitative Finance and Accounting*. Vol. 17. P. 223–235.
- Jacobsson S., Oskarsson Ch., Philipson J.** (1996). Indicators of Technological Activities – Comparing Educational, Patent and R&D Statistics in the Case of Sweden // *Research Policy*. Vol. 25 (4). P. 573–585.
- Jaffe A.** (1989). Real Effects of Academic Research // *The American Economic Review*. Vol. 79(5). P. 957–970.
- Jung S., Imm K.Y.** (2002). The Patent Activities of Korea and Taiwan: A Comparative Case Study of Patent Statistics // *World Patent Information*. Vol. 24 (4). P. 303–311.
- Kim B., Kim E., Miller D.J., Mahoney J.T.** (2016). The Impact of the Timing of Patents on Innovation Performance // *Research Policy*. Vol. 45 (4). P. 914–928.
- Li X.** (2012). Behind the Recent Surge of Chinese patenting: An Institutional View // *Research Policy*. Vol. 41 (1). P. 236–249.
- Marin G.** (2014). Do Eco-Innovations Harm Productivity Growth through Crowding out? Results of an Extended CDM Model for Italy // *Research Policy*. Vol. 43 (2). P. 301–317.
- O'Brien P.** (1974). Developing Countries and the Patent System: An Economic Appraisal // *World Development*. Vol. 2 (9). P. 27–36.
- OECD (1994). The Measurement of Scientific and Technical Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators. Patent manual. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9294101e.pdf?expires=1500903591&id=id&accname=oid037042&checksum=15B5C7A9072D7C7ADD85299ECB2FDF5C>, свободный. Яз. англ. (дата обращения: июль 2016 г.).
- OECD (2009). OECD Patent Manual [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9209021e.pdf?expires=1500903923&id=id&accname=guest&checksum=441D6B546E232D-DD62B6BE2500F9E52D>, свободный. Яз. англ. (дата обращения: июль 2016 г.).
- OECD, Eurostat (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3<sup>rd</sup> Edition. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9205111e.pdf?expires=1500903714&id=id&accname=guest&checksum=98D->

- 2019D6D54D08C140529FAA0DD1279, свободный. Яз. англ. (дата обращения: июль 2016 г.).
- Pavitt K.** (1984). Sectoral Pattern of Technical Change: Toward a Taxonomy and a Theory // *Research Policy*. Vol. 13 (6). P. 343–373.
- Pavitt K.** (1985). Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems // *Scientometrics*. Vol. 7 (1–2). P. 77–89.
- Picci L.** (2010). The internalization of Inventive Activity: A Gravity Model Using Patent Data // *Research Policy*. Vol. 39 (8). P. 1070–1081.
- Posner M.V.** (1961). International Trade and Technical Change // *Oxford Economic Papers*. Vol. 13 (3). P. 323–341.
- Ramani Sh.V., El-Aroui M.-A., Carrère M.** (2008). On Estimating a Knowledge Production Function at the Firm and Sector Level Using Patent Statistics // *Research Policy*. Vol. 37 (9). P. 1568–1578.
- Schmookler J.** (1966). *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- Soete L.** (1978). *Inventive Activity, Industrial Organisation and International Trade*. Ph.D. Thesis, University of Sussex.
- Soete L.** (1981). A General Test of Technological Gap Trade Theory // *Review of World Economics*. Vol. 117 (4). P. 638–659.
- Tinbergen J.** (1962). *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. N.Y.: Twentieth Century Fund.
- Trajtenberg M.** (1990). A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations // *RAND Journal of Economics*. Vol. 21 (1). P. 172–187.
- Wagner S., Wakeman S.** (2016). What do Patent-Based Measures Tell us about Product Commercialization? Evidence from the Pharmaceutical Industry // *Research Policy*. Vol. 45 (5). P. 1091–1102.
- Walsh V.** (1984). Invention and Innovation in the Chemical Industry: Demand-Pull or Discovery-Push? // *Research Policy*. Vol. 13 (4). P. 211–234.
- Watanabe Ch., Tsuji Y.S., Griffy-Brown C.** (2001). Patent Statistics: Deciphering a ‘Real’ Versus a ‘Pseudo’ Proxy of Innovation // *Technovation*. Vol. 21 (12). P. 783–790.

Поступила в редакцию 26 сентября 2016 года

#### REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Acs Z., Anselin L., Varga A.** (2002). Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge. *Research Policy*, 31 (7), 1069–1085.
- Agrawal A., Kapur D., McHale J.** (2008). How Do Spatial and Social Proximity Influence Knowledge Flows? Evidence from Patent Data. *Journal of Urban Economics*, 64 (2), 258–269.
- Basberg B.** (1982). Technological Change in the Norwegian Whaling Industry. A Case-Study in the Use of Patent-Statistics as a Technology Indicator. *Research Policy*, 11 (3), 163–171.

- Bergek A., Bruzelius M.** (2010). Are Patents with Multiple Inventors from Different Countries a Good Indicator of International R&D Collaboration? The Case of ABB. *Research Policy*, 39 (10), 1321–1334.
- Bhattacharya S., Pradosh N.** (2002). Using Patent Statistics as a Measure of 'Technological Assertiveness': a China–India Comparison. *Current Science*, 83 (1), 23–29.
- Carpenter M., Narin F.** et al. (1981). Citation Rates to Technologically Important Patents. *World Patent Information*, 3 (4), 160–163.
- Crépon B., Duguet E., Mairesse J.** (1998). Research, Innovation and Productivity: an Econometric Analysis at the Firm Level. *Economics of Innovation and New Technology*, 7 (2), 115–158.
- Donoso J.F.** (2014). Do Complex Inventions Need Less International Patent Protection? *Economics Letters*, 125 (2), 278–281.
- Ernst H.** (2001). Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-Series Cross-Section Analyses on the Firm Level. *Research Policy*, 30 (1), 143–157.
- Fung M.K., Chow W.W.** (2014). Identification of Technological Structures Using Patent Statistics. *Economics of Innovation and New Technology*, 12 (4), 293–313.
- Griliches Z.** (1979). Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, 10 (1), 92–116.
- Griliches Z.** (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. A Chapter in: R&D and Productivity: The Econometric Evidence. *Journal of Economic Literature*, 27, 1661–1707.
- Hirschey M., Richradson V.J., Scholz S.** (2001). Value Relevance of Nonfinancial Information: The Case of Patent Data. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 17, 223–235.
- Jacobsson S., Oskarsson Ch., Philipson J.** (1996). Indicators of Technological Activities – Comparing Educational, Patent and R&D Statistics in the Case of Sweden. *Research Policy*, 25 (4), 573–585.
- Jaffe A.** (1989). Real Effects of Academic Research. *The American Economic Review*, 79 (5), 957–970.
- Jung S., Imm K.Y.** (2002). The Patent Activities of Korea and Taiwan: A Comparative Case Study of Patent Statistics. *World Patent Information*, 24 (4), 303–311.
- Kim B., Kim E., Miller D.J., Mahoney J.T.** (2016). The Impact of the Timing of Patents on Innovation Performance. *Research Policy*, 45 (4), 914–928.
- Li X.** (2012). Behind the Recent Surge of Chinese patenting: An Institutional View. *Research Policy*, 41 (1), 236–249.
- Marin G.** (2014). Do Eco-Innovations Harm Productivity Growth through Crowding Out? Results of an Extended CDM Model for Italy. *Research Policy*, 43 (2), 301–317.
- O'Brien** (1974). Developing Countries and the Patent System: An Economic Appraisal. *World Development*, 2 (9), 27–36.
- OECD (1994). The Measurement of Scientific and Technical Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators. Patent manual. Available at: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9294101e>.

- pdf?expires=1500903591&id=id&acname=oid037042&checksum=15B5C7A9072D7C7ADD85299ECB2FDF5C (accessed: July 2016).
- OECD (2009). OECD Patent Manual. Available at: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9209021e.pdf?expires=1500903923&id=id&acname=guest&checksum=441D6B546E232DDD62B6BE2500F9E52D> (accessed: July 2016).
- OECD, Eurostat (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3<sup>rd</sup> Edition. Available at: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9205111e.pdf?expires=1500903714&id=id&acname=guest&checksum=98D2019D6D54D08C140529FAA0DD1279> (accessed: July 2016).
- Pavitt K.** (1984). Sectoral Pattern of Technical Change: Toward a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, 13 (6), 343–373.
- Pavitt K.** (1985). Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems. *Scientometrics*, 7 (1–2), 77–89.
- Picci L.** (2010). The Internalization of Inventive Activity: A Gravity Model Using Patent Data. *Research Policy*, 39 (8), 1070–1081.
- Posner M.V.** (1961). International Trade and Technical Change. *Oxford Economic Papers*, 13 (3), 323–341.
- Ramani Sh.V., El-Aroui M.-A., Carrère M.** (2008). On Estimating a Knowledge Production Function at the Firm and Sector Level Using Patent Statistics. *Research Policy*, 37 (9), 1568–1578.
- Schmookler J.** (1966). Invention and Economic Growth. Cambridge: Harvard University Press.
- Soete L.** (1978). Inventive Activity, Industrial Organisation and International Trade. Ph.D. Thesis, University of Sussex.
- Soete L.** (1981). A General Test of Technological Gap Trade Theory. *Review of World Economics*, 117 (4), 638–659.
- Teplykh G.** (2014). Modeling of Firms Innovation Activity within the CDM Approach *Voprosy Ekonomiki*, 7, 51–65 (in Russian).
- Tinbergen J.** (1962). Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy. N.Y.: Twentieth Century Fund.
- Trajtenberg M.** (1990). A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations. *RAND Journal of Economics*, 21 (1), 172–187.
- Wagner S., Wakeman S.** (2016). What do Patent-Based Measures Tell us about Product Commercialization? Evidence from the Pharmaceutical Industry. *Research Policy*, 45 (5), 1091–1102.
- Walsh V.** (1984). Invention and Innovation in the Chemical Industry: Demand-Pull or Discovery-Push? *Research Policy*, 13 (4), 211–234.
- Watanabe Ch., Tsuji Y. S., Griffy-Brown C.** (2001). Patent Statistics: Deciphering a ‘Real’ Versus a ‘Pseudo’ Proxy of Innovation. *Technovation*, 21 (12), 783–790.

Received 26.09.2016

A.A. Kravtsov

Primakov National Research Institute of World Economy and  
International Relations, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## Development of the Patent-Based Researches on Innovation Processes: Analytic Review

**Abstract.** The article provides a review of the key research papers and articles dedicated to studying patents as economic category, as well as scientific publications using patent data in quantitative economic analysis. The author defines the following primary areas of research: the economic value of patents, sectoral studies and international comparisons. Findings obtained by the main quantitative methods, used in patent statistics studies are analyzed. It is demonstrated that for the last 60 years patents had been used in economic researches at the firm level, as well as in sectoral and national studies, including intersectoral and international comparisons. In methodology of the economic research on the base of patent data a shift took place from the simple quantitative methods to the more sophisticated ones, notably to the regression analysis. Some specialized quantitative methods used in such research papers alongside with regression analysis and in addition to it are identified. In particular gravity model, Cox proportional hazard model, Poisson regression model and CDM model were involved in patent data studies. It was found out that the some modern publications on that subject, using advanced quantitative methods, contributed to the gradual coping with persistent problems concerning qualitative assessment of the patent data.

**Keywords:** *patent statistics, innovation economy, research methodology, correlation analysis, regression-based analyses.*

JEL Classification: C5, N01, O3.