

МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ

УДК 519.22:001

Марина Юрьевна Архипова,
д.э.н., профессор кафедры статистических методов, отделение статистики, анализа данных и демографии Национального исследовательского университета Высшая школа экономики
Тел.: (916) 916-49-12
Эл. почта: Archipova@yandex.ru

Валерия Вадимовна Власова,
специалист департамента слияний/ поглощений и стратегического управления проектами, ФК «Банк Открытие»
Тел.: (915) 117-40-11
Эл. почта: Valeriya.vlasova@gmail.com

Статья посвящена мониторингу научной сферы России в сопоставлении с развитыми странами мира. Значительное внимание уделяется исследованию взаимосвязи между затратами на научные исследования и результатами научной деятельности, а также моделированию инновационной активности в России на основе систем рекурсивных одновременных уравнений. Проведенное исследование позволяет проследить диффузию научных знаний и их влияние на инновационную активность в стране.

Ключевые слова: мониторинг научной деятельности, ресурсы науки, взаимосвязь науки и инноваций, моделирование инновационной активности

Marina U. Archipova,
Professor of the Chair of Statistical Methods, Department of Statistics, Data Analysis and Demography, National Research University – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Tel.: (916) 916-49-12
E-mail Archipova@yandex.ru

Valeriya V. Vlasova,
Specialist of department of merges / absorption and strategic management of projects, Bank Otkrytie
Tel.: (915) 117-40-11
E-mail: Valeriya.vlasova@gmail.com

MONITORING AND MODELING OF THE MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC ACTIVITY IN RUSSIA

This article is devoted to monitoring of the scientific sphere in Russia in comparison to the developed countries. Attention is paid especially to analysis of interrelation between scientific researches costs and the results of scientific activity, as well as to the modeling of innovative activity in Russia on the based on the systems of the recursive simultaneous equations. The conducted research allows to follow the diffusion of scientific knowledge and their influence on innovative activity in the country.

Keywords: Scientific and technological activities monitoring; scientific resources; science and innovation interrelation; modeling of innovative activity

1. Введение

Необходимым условием динамичного роста экономики страны является переход на инновационный путь развития, оказывающий влияние на становление научно-технической, производственной, финансовой и институциональной сфер. При этом приоритетной задачей, с решением которой связывают подъем российской экономики, является формирование и проведение в жизнь эффективной научной и инновационной политики, призванной стимулировать развитие науки, продвижение нововведений, разработку и использование передовых производственных и информационных технологий. Внедрение новых технологий определяет уровень развития промышленности, финансовую стабильность предприятий, успех предпринимательской деятельности и, следовательно, эффективность функционирования всей экономики в целом.

В ведущих зарубежных странах институт научно-технической политики сформировался в 50–60-е годы прошлого столетия и получил первостепенное значение в 70–80-е годы в связи с исчерпанием экстенсивных источников экономического роста и необходимостью перехода на инновационный путь развития. Накопленная богатая мировая практика стимулирования науки и передовых технологий должна быть обобщена и критически осмыслена с учетом специфики развития научной и инновационной деятельности в России, которая определяется ее политическими, экономическими, социальными и культурными особенностями.

Только комплексное рассмотрение всех аспектов научной и инновационной деятельности в России и необходимых для ее осуществления ресурсов позволит получить объективное представление о современных тенденциях инновационно-технологического развития страны.

Существенную помощь в анализе складывающейся ситуации в научно-исследовательской и инновационной деятельности, а также в принятии управленческих решений по ее регулированию и поддержке должны оказать современные статистические методы, использование которых позволит не только выявить важнейшие факторы, влияющие на инновационную деятельность и исследовать современные тенденции ее развития, но и количественно оценить их взаимосвязь.

2. Основные показатели статистики науки и инноваций

Необходимость стандартизации науки, выработка единых показателей с целью ликвидации национальных различий возникла еще в 60-х годах XX века. Результатом стала выработанная в 1963 году единая методика проведения статистических обследований научных исследований и разработок – «Руководство Фраскати». С данного момента подобные обследования приобрели регулярный характер и служат базой не только для национальных оценок, но и для международного сопоставления показателей. Помимо этого экспертами ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) была подготовлена серия методологических руководств, образующих так называемую «Семью Фраскати», представляющую методологические руководства по анализу научных исследований и разработок. Руководство Осло – это основной рабочий документ ОЭСР, посвященный исследованию инноваций. Согласно этому Руководству, «Инновация – конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта (товара, работы,



Рис. 1 Система показателей научной и инновационной деятельности

услуги), внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, или организационного или маркетингового метода, используемого в практической деятельности» [16].

Основные гипотезы исследования

При проведении исследования нас, прежде всего, интересовали следующие вопросы. Существует ли взаимосвязь между затратами на научные исследования и результатами научной деятельности, а также влияют ли научные результаты на общую инновационную активность в стране? При ответе на эти вопросы мы в первую очередь фокусировались на России, пытаясь выявить присущие ей особенности.

Для того чтобы ответить на эти и другие, связанные с ними вопросы, представим производство товаров и услуг в виде системы входов и выходов, где выходом из системы будет научная и технологическая конкурентоспособность, а входом – факторы, ее определяющие. При этом нас будут интересовать те характеристики системы, которые оказывают непосредственное влияние на факторы, поскольку именно через них можно оказывать управ-

ляющее воздействие на эффективность различных процессов (рис.1). Потребность в системе оценивания результатов научной деятельности в первую очередь связана с ростом

затрат государства на научные исследования и разработки.

Опираясь на предложенную систему показателей, измеряемых на основе государственной статистики, проанализируем ситуацию в стране.

3. Современное состояние науки в России и странах мира

За последние десятилетие наблюдаются тенденции к ослаблению позиции науки России на мировом рынке. Одна из главных причин – низкий объем финансирования научных исследований и разработок. Так, доля внутренних затрат на исследования и разработки в процентах к ВВП в России в 2012 г. составляла 1,12%, что почти в 4 раза ниже, чем в лидирующем по этому показателю Израиле, а отставание от Республики Корея и Финляндии превышает 3 раза (рис. 2).

Невелика и публикационная активность российских ученых. Так, если в рейтинге по числу публикаций в научных журналах, индексируемых в SCOPUS и WebofScience, в первой половине 2000-х годов Россия входила в десятку лидеров (9-е место), то в 2012 г. она занимала уже 16-ую позицию (рис. 3).

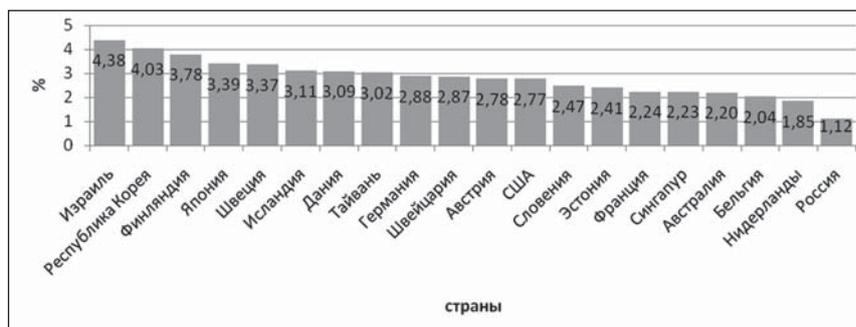


Рис. 2 Доля внутренних затрат на исследования и разработки в процентах к ВВП, 2012 г. [9]

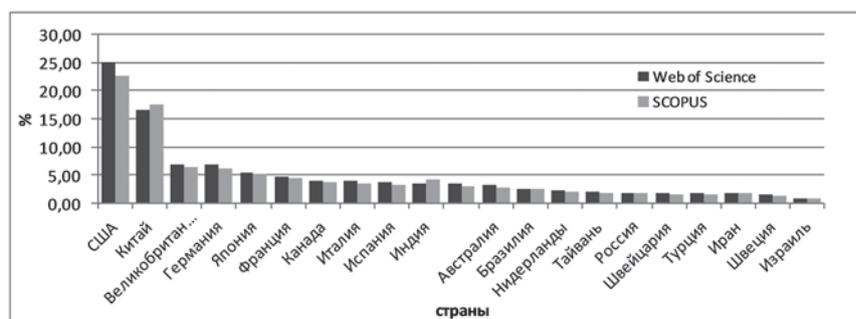


Рис. 3 Удельный вес стран в общем мировом числе публикаций в научных журналах в 2012 г. [12]

На протяжении последних десяти лет безусловными лидерами по числу публикаций и цитирований являются США, которые значительно опережают следующие за ним страны. Следует отметить высокие публикационные позиции Китая, который обогнал традиционных лидеров (Японию, Англию, Германию и Францию) по числу публикации в научных журналах, индексируемых в SCOPUS и WebofScience, и занял в 2012 г. второе место.

Снижение позиций России в мировых рейтингах публикационной активности во многом определяется высокой инновационной и, как следствие, публикационной активностью в таких странах как Индия и Бразилия, а также Восточноазиатских тиграх, среди которых следует особенно выделить Ю.Корею и Тайвань.

С целью повышения результативности научных исследований в России Распоряжением Правительства РФ от 20 декабря 2012 г. № 2433-р была утверждена госпрограмма РФ «Развитие науки и технологий», которая определяет развитие науки и технологий в России до 2020 года. Одной из основных целей программы является формирование конкурентоспособное и эффективное функционирование сектора исследований и разработок; обеспечение его ведущей роли в процессах технологической модернизации экономики страны.

Одной из важнейших задач статистических исследований, а в данном случае, исследования научной активности в России, является мониторинг основных показателей, характеризующих ресурсы и результаты изучаемого процесса. Поэтому в соответствии с предложенной системой показателей (рис.1) сравним

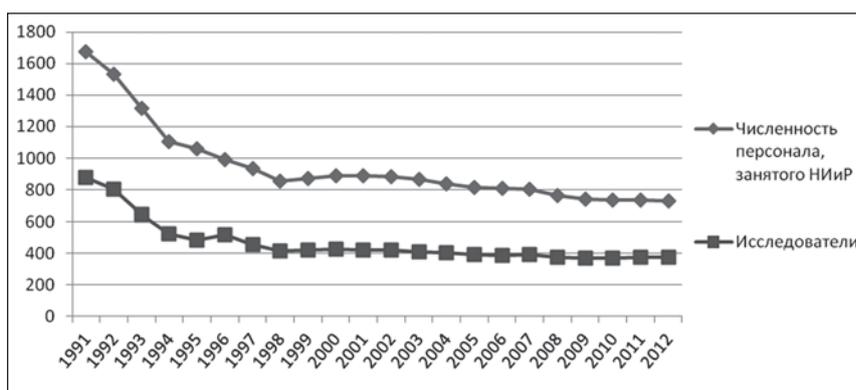


Рис. 4. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками [9]

текущие тенденции развития науки, инноваций и технологий с планируемыми Государственной программой РФ значениями.

Современное состояние науки в России

Научно-техническая сфера является первичным источником знаний в национальной инновационной системе. Поддерживаемые государством исследования и разработки не только формируют основное тело фундаментальных знаний для промышленности, но также являются основным источником родовых исследований, новых методов, и т.д.

Низкий уровень оплаты труда в науке способствовал падению его престижа, что в свою очередь, несомненно, сказалось на численности кадрового потенциала российской науки. В 2000 г. НИиР в России было занято 887,7 тыс. человек, или около половины того научного персонала, которым страна располагала в начале 1990-х годов. В последующие годы понижательная тенденция сохранилась, и к 2012 г. численность персонала, занятого НИиР, сократилась в 2,3 раза, в то время как численность

исследователей упала приблизительно в 2,4 раза относительно 1991 года (рис. 4).

Сокращалось и число ученых, приходящихся на 1000 занятых. Если в 2001 г. Россия занимала высокие позиции относительно других стран, то в 2012 г. значение данного показателя снизилось с семи (7,07) до чуть меньше шести (5,86) человек на 1000 занятых, в результате чего Россия пропустила вперед такие страны, как, например, Германия (8,22) и Англия (7,91).

Поэтому проблема ротации кадров и сохранения научных школ является наиболее важной стратегической проблемой российской науки.

Финансирование науки

Второй важной группой показателей ресурсов научной деятельности является статистика финансирования научных исследований и разработок. Один из наиболее значимых показателей, характеризующих ресурсы, затрачиваемые на развитие различных областей науки, совершенствование разработок и технологий – объем внутренних затрат на научные исследования и разработки.

Таблица 1

Валовые расходы на НИиР, в % к ВВП [14]

Страна	2001		2003		2005		2007		2009		2011	
	ГС	ЧС										
Германия	0,78	1,62	0,79	1,68	0,71	1,69	0,70	1,72	0,84	1,87	0,86	1,90
Япония	0,59	2,28	0,58	2,39	0,56	2,53	0,54	2,68	0,59	2,53	0,56	2,59
Великобритания	0,52	0,82	0,55	0,74	0,57	0,73	0,55	0,82	0,6	0,83	0,54	0,82
США	0,74	1,84	0,78	1,68	0,77	1,65	0,76	1,77	0,91	1,78	0,86	1,62
Россия	0,67	0,4	0,77	0,4	0,66	0,32	0,7	0,33	0,83	0,33	0,73	0,30

Для исследования причин отставания России от развитых стран мира в работе были рассмотрены валовые расходы на НИиР в % к ВВП по секторам деятельности (табл. 1). Основное внимание уделялось государственному (ГС) и частному (ЧС) секторам (ОЭСР. Раздел Main Science and Technology Indicator).

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что одной из основных причин низкого финансирования НИиР в России является незаинтересованность в инновациях частного сектора. Если по уровню государственных расходов на исследования и разработки показатели России вполне сопоставимы с показателями развитых стран (в 2011 г. эти расходы составили 0,73% от ВВП в России, 0,86% в Германии, 0,86% в США и 0,54% в Великобритании), то частные расходы на инновации в России в 2011 г. составляли всего 0,30% ВВП, что в 6,3 раза ниже, чем в Германии, почти в пять с половиной раз ниже, чем в США, и в 8,6 раза ниже, чем в Японии.

Полученные результаты свидетельствуют о крайне низкой связи между наукой и промышленностью в России. Если в развитых странах инновации в большей степени финансируются конкретными фирмами и в их интересах, то в России связь между наукой и промышленностью практически отсутствует.

Современное состояние экономики Российской Федерации создает высокие риски для предпринимательского сектора и других негосударственных учреждений, поэтому ожидание роста доли их участия в финансировании исследований и разработок до 57% за ближайшие 15 лет выглядит завышенным и слишком оптимистичным. Сейчас высшие учебные заведения и частные некоммерческие организации тратят лишь незначительную долю своих средств на исследования и разработки (менее 1%). Средства иностранного сектора в структуре общих внутренних затрат составляют около 5% [9].

Патентная активность

Патентная статистика является универсальным инструментом оценки результативности научных

исследований и разработок, позволяющим охарактеризовать современные тенденции развития мировой науки, проводить межстрановые сопоставления, а также оценивать процесс капитализации знаний – патентования различных разработок [4]. Для разработки эффективной системы мер по стимулированию исследований и разработок и развитию научного потенциала РФ необходимо изучение причинно-следственных взаимосвязей существующих на патентном рынке, факторов, оказывающих влияние на исследовательскую активность.

Наиболее важным результатом, характеризующим деятельность патентной системы, является количество выданных патентов (рис. 5).

За период с 2000 по 2012 гг. количество ежегодно выдаваемых в России патентов выросло более чем в два раза. Рост их числа наблюдался по всем типам: в 2012 г. было выдано на 86,9% больше патентов на изобретения, чем в 2000 г., количество патентов, выданных на полезные модели, выросло на 184,8%, на промышленные образцы – на 107,9%. Всего за 13 лет было выдано 475,8 тыс. патентов, в то время как было подано 639,7 тыс. заявок на выдачу патента. Таким образом, 74,4% заявок удовлетворялись Роспатентом, т.е. приблизительно на каждые 4 поступившие заявки выдавалось 3 патента.

Для характеристики уровня изобретательской активности, интенсив-

ности распространения национальных научно-технических достижений, степени технологической зависимости страны используются такие показатели как коэффициент изобретательской активности, коэффициент самообеспеченности, коэффициент технологической зависимости. Проведенный анализ свидетельствует о недостаточной ориентированности российской экономики на собственные технологии [1,3].

4. Моделирование влияния науки на инновационную активность в России

Развитие науки и инноваций в России, как и любой социально-экономический процесс, носит многоуровневый многоплановый характер, и формируются под воздействием большого количества факторов их определяющих. Поэтому описание и моделирование таких процессов целесообразно проводить с использованием систем одновременных уравнений. В качестве основной гипотезы исследования выдвигалось предположение о наличии статистически значимой взаимосвязи между проведением научных исследований и инновационной активностью в России. Для анализа были отобраны две эндогенные (y_1 – выполненный объем научно-технических работ, приходящийся на 1-ого работника; y_2 – доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг) и 42 экзогенные пере-

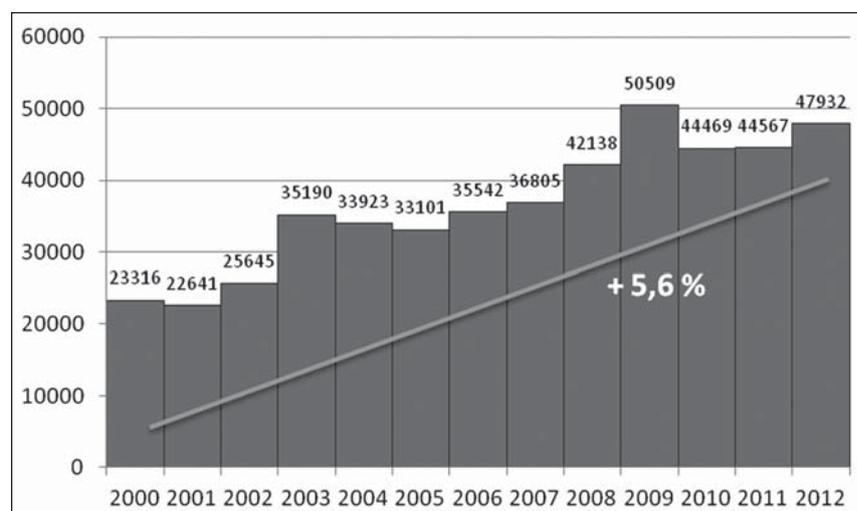


Рис. 5. Динамика количества патентов, выданных в России в 2000–2012 гг.

менные, характеризующие научную, технологическую и инновационную деятельность в России за десятилетний период.

В процессе исследования мы исходили из того, что выполненный объем научно-технических работ (y_1), включающий в себя проведение фундаментальных, прикладных исследований и разработок, ложится в основу создания новых передовых технологий и стимулирует инновационную активность, позволяя предприятиям осваивать (и завоевывать) новые рыночные ниши. Кроме того, на каждый эндогенный показатель в отдельности оказывает влияние множество других факторов, выделяемых в качестве экзогенных переменных.

При изучении взаимосвязей переменных учитывалась возможность их лагового влияния друг на друга. Так, например, можно предположить, что выполненные в текущем году научные исследования и разработки окажут влияние на создание новых технологий только в последующие временные периоды, когда произойдет процесс передачи новых технологических решений из научной сферы в производство. Эффект от сотрудничества и кооперации организаций при выполнении исследований и разработок скажется только в последующие временные периоды (причем лаг может составлять от одного до трех лет).

В работе решение о включение в модель лаговых переменных принималось на основании анализа частной автокорреляционной функции (в случае исследования запаздывающего влияния переменной на саму себя) и кросс корреляционных функции (в случае исследования запаздывающего влияния переменных, представляющих два временных ряда) (прил. 3).

Окончательная система рекурсивных эконометрических уравнений, описывающих влияние науки на инновационную активность в России, имеет вид:

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = -0,78 \times (x_{7t})^{0,22} \times \\ \quad \times (x_{8t-1})^{0,13} \times (x_{9t})^{0,28} \\ \hat{y}_{2t} = 2,54 + 0,53x_{15t} + 0,07x_{19t} + \\ \quad + 0,22x_{27t} + 0,035y_{1t-1} \end{cases}$$

x_{7t} — доля затрат на прикладные исследования и разработки во внутренних затратах на ИиР;

x_{8t-1} — количество совместных проектов по выполнению исследований и разработок, осуществленных в прошлом году;

x_{9t} — доля собственных средств во внутренних затратах на ИиР.

x_{15t} — числа совместных проектов по выполнению исследований и разработок;

x_{19t} — число патентов на изобретения;

X_{27t} — доля затрат на процессные инновации в общем объеме затрат на технологические инновации.

Следует отметить, что если в 1999–2003 гг. выполненный объем научно-технических работ не оказывал существенного влияния на объем отгруженной инновационной продукции (статистически значимая связь не была установлена), то, начиная с 2004 г., связь между показателями была установлена (оказалась значимой на уровне $\alpha = 0,1$).

Последнее указывает на то, что в этот период возникли стимулы сотрудничества науки и производства в области инноваций [2]. Однако в 2012 г. говорить о статистически значимой взаимосвязи между признаками можно только с вероятностью ошибки 0,17.

5. Заключение

Таким образом, отсутствие действенных механизмов передачи знаний, а также заинтересованности частного сектора в финансировании и использовании инноваций за последнее десятилетие не способствовали росту инновационно-технологической деятельности в России. В 2012 г. значимое влияние выполненного объема научно-технических работ на объем отгруженной инновационной продукции удалось установить только на уровне $\alpha = 0,17$. Сохранение выделенных тенденций может привести к дальнейшей деградации науки и потери Россией своего научного и технологического потенциала. При этом хорошо известно, что для восстановления многих высокотехнологических видов деятельности (таких как, например, Производство воздушных и космических летатель-

ных аппаратов) необходим длительный временной интервал и никакие денежные вливания не обеспечат его быстрого подъема.

По результатам проведенного исследования можно сделать несколько рекомендаций относительно реализации развития российской науки. Во-первых, необходимо сотрудничество субъектов федерального, регионального и муниципального уровней, а также представителей гражданского общества и бизнеса. Успех в достижении поставленных целей во многом зависит от взаимодействия государственных организаций и частного сектора. Во-вторых, стимулирование и поддержка исследований, разработок, заинтересованности молодежи научной деятельностью, общественных механизмов развития науки. В-третьих, формирование как долгосрочных, так и среднесрочных прогнозов развития науки России, и их сопоставление с прогнозами развития мира. Это поможет определить конкретные задачи, скорректировать их с учетом региональных различий и будет стимулировать научные организации и исследователей.

Литература

1. Архипова М.Ю., Хавансков В.А. Информационно-статистический мониторинг изобретательской активности РАН на основе патентных информационных ресурсов // Экономическая наука современной России №2 (57), 2012, с. 117–129
2. Архипова М.Ю. Статистическое исследование инновационной деятельности в России // Вестник университета №17, Государственный университет управления, 2013, с. 31–38
3. Архипова М. Ю., Гутман С. Ю. Основные тенденции патентной активности в России и развитых странах мира. Системы и средства информатики, 19, 2009, 252–266.
4. Архипова М.Ю., Карпов Е.С. Исследование изобретательской активности России и стран мира на основе патентных информационных ресурсов // Вопросы статистики №7, 2014, с. 56–63.
5. Айвазян С.А. Методы эконометрики: учебник. М.: Магистр: ИНФРА-М., 2010.

6. База данных Мирового банка. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/all>

7. Библиотека изданий Росстата: URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog>.

8. Государственная программа РФ «Развитие науки и технологий» 2013–2020 гг.

9. Индикаторы науки: 2014: статистический сборник. – Москва: НИУ-ВШЭ, 2014.

10. Коцемир М.Н. «Публикационная активность российских ученых в ведущих мировых журналах», 2012.

11. Мхитарян В.С., Архипова М.Ю., Сиротин В.П. и др. Эконометрика: учебник / под ред. д. э. наук, проф. В.С. Мхитаряна. – М.: Проспект, 2014.

12. Расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по данным Essential Science Indicators (Thomson Reuters)

13. Сиротин В.П., Кузьмин О.М. Моделирование инновационного потенциала региона // Финансы и бизнес. 2008. № 4. С. 33–42.

14. OECD StatExtract [stats.oecd.org]

15. Sirotin V., Arkhipova M. Regional Structure of the Country on Costs and Results of Innovative Activity: The Case of the Russian Federation. Proceeding of the 9th European Conference on Innovation

and Entrepreneurship. Edited by B. Galbraith. University of Ulster Business School and School of Social Enterprises Ireland Belfast, UK, 2014.

16. http://ru.wikipedia.org/wiki/Организация_экономического_сотрудничества_и_развития

References

1. Arkhipova M.Yu., Havanskov V.A. Information and statistical monitoring of inventive activity of the RAS on the basis of patent information resources // *Ekonomicheskaya nauka sovremennoj Rossii* №2 (57), 2012, s. 117–129

2. Arkhipova M.Yu. Statistical study of innovation in Russia // *Vestnyk universiteta* №17, Gosudarstvennyj universitet upravleniya, 2013, s. 31–38

3. Arkhipova M.Yu., Gutman S.Yu. Major trends in patent activity in Russia and the developed world. *Sistemy i sredstva informatiki*, 19, 2009, 252–266.

4. Arkhipova M.Yu., Karpov E.S. Investigation of inventive activity in Russia and countries of the world on the basis of patent information resources // *Voprosy statistiki* №7, 2014, s. 56–63.

5. Ayvazyan S.A. Methods of econometrics: a tutorial. M.: Magistr: INFRA-M., 2010.

6. The database of the World Bank. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/all>

7. Library editions Rosstat: URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog>.

8. State program of the Russian Federation «Development of Science and Technology» 2013–2020.

9. Indicators of science: 2014: statistical yearbook. – М.: HSE, 2014.

10. Kotsemir M.N. Publication activity of Russian scientists in leading journals, 2012

11. Mkhitaryan V.S., Arkhipova M.Yu., Sirotin V.P. Econometrics: Textbook / Ed. Dr. Ec.Sc., prof. V.S. Mkhitaryan. – М.: Prospekt, 2014.

12. Calculations ISSEK HSE according to Essential Science Indicators (Thomson Reuters)

13. Sirotin V.P., Kuzmin O.M. Modeling of innovative potential of the region // *Finance and business*. 2008. № 4. S. 33–42.

14. OECD StatExtract [stats.oecd.org]

15. Sirotin V., Arkhipova M. Regional Structure of the Country on Costs and Results of Innovative Activity: The Case of the Russian Federation. Proceeding of the 9th European Conference on Innovation and Entrepreneurship. Edited by B. Galbraith. University of Ulster Business School and School of Social Enterprises Ireland Belfast, UK, 2014.

16. http://ru.wikipedia.org/wiki/Организация_экономического_сотрудничества_и_развития