

- Sinitsa A.L. (2009). Socio-economic consequences of low wages in preschool institutions. *Uroven' Zhizni Naseleniya Regionov Rossii [Standards of Living of the Population of Russia]*, no. 12, pp. 74–82 (in Russian).
- Sobkin V.S., Veryasova E.S. (2013). Values at different stages of a kindergarten teacher career. *Natsional'nyy Psikhologicheskiy Zhurnal [National Psychological Journal]*, no. 1, pp. 134–142 (in Russian).
- Tatochenko I.M., Tatochenko A.L., Ozdarbiev R.G. (2017). On the development of a methodology for quantifying the results of the implementation by the subjects of the Federation of the provisions of the «May decrees» of the President of the Russian Federation concerning the remuneration of teachers of general education. *Elektronnyy Nauchnyy Zhurnal [The Electronic Scientific Journal]*, no. 1–2, pp. 167–177 (in Russian).
- Tipenko N.G. (2014). 2013 salaries in general education: cross-regional analysis, trends and outlooks. *Vo-prosy Obrazovaniya [Educational Studies Moscow]*, no. 4, pp. 148–168 (in Russian).
- Tipenko N.G. (2011). New school teacher remuneration systems: specifics of introduction and first outcomes. *Uroven' Zhizni Naseleniya Regionov Rossii [Standards of Living of the Population of Russia]*, no. 2, pp. 31–41 (in Russian).
- Veryasova E.S. (2012). Sociological analysis of the working conditions of tutors in preschool institutions. *Psikhologiya Obrazovaniya v Polikul'turnom Prostranstve. [Psychology of Education in a Multicultural Space]*, vol. 3, no. 9, pp. 55–60 (in Russian).

Manuscript Received 15.11.2018

ПАТЕНТНАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ¹

С.А. Некрасов, В.Н. Миронов

DOI: 10.33293/1609-1442-2019-2(85)-115-130

Анализ изменения числа ежегодно подаваемых патентных заявок является новым методом исследования закономерностей экономического развития. В статье рассмотрены две тенденции. Первая: в мире за исключением Китая с 1980-х гг. прирост подаваемых патентных заявок снижается, за исключением краткосрочного интервала 1997–2002 гг., и после 2002 г. он не превышает 1,5% в год. В Китае ежегодный 20%-й прирост числа патентных заявок на протяжении четверти века привел к увеличению доли этой страны от всех заявок в мире до более 40%. При этом распределение патентных заявок по различным направлениям в Китае практически полностью коррелирует с мировым вектором научно-технологического развития. Вторая: произошло изменение характера движения в направлении диверсификации мирового научно-технологического развития, на что указывает динамика индекса Херфиндаля–Хиршмана (индекса монополизации). Как минимум, с 1980 г. до конца XX в. индекс монополизации снижался. Изменение произошло в 1997–2002 гг., и после 2002 г. значение индекса растет. Происходит увеличение доли патентных заявок в таких областях, как компьютерные технологии,

© Некрасов С.А., Миронов В.Н., 2019 г.

Некрасов Сергей Александрович, к.э.н., к.т.н., старший научный сотрудник, ЦЭМИ РАН, Москва, Россия, san693@mail.ru

Миронов В.Н., аспирант, ведущий инженер, ЦЭМИ РАН, Москва, Россия, mirmipt@gmail.com

¹ Работа подготовлена по результатам исследования, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 17-06-00304).

цифровая связь, электрические машины, измерительная техника. Снижается доля как достаточно сформировавшихся направлений, доля которых выше 2–3% (телекоммуникация, производство текстиля и бумаги, аудиовизуальная техника, станки, органическая тонкая химия, химические технологии), так и находящихся на начальном этапе (основные коммуникационные процессы, микроструктуры и нанотехнологии). Проведен анализ динамики индекса технологической специализации. Для ведущих экономик мира выявлены направления технологического развития, по которым происходит наиболее успешное развитие. Показано, что направления, по которым доля патентных заявок России превышает ее среднемировой уровень, а именно пищевая химия, микроструктуры и нанотехнологии, анализ биологических материалов, имеют отрицательную динамику в мире на протяжении последних пяти лет. Поэтому требуются корректировка отечественного вектора научно-технического развития и перенос усилий на развитие компьютерных технологий, медицинской техники, транспорта, механических элементов, двигателей, насосов и турбин, гражданского строительства.

Ключевые слова: производственная функция, экономическое развитие, патентная заявка, направление технологического развития, диверсификация технологического развития.

JEL: O3.

Жизненный цикл любого технического решения включает зарождение, выход на рынок, развитие и последующее вытеснение новыми разработками. В качестве примера рассмотрим историю электромагнитного телеграфа. Изобретен в 1832 г. в России Павлом Львовичем Шиллингом. Коммерческая эксплуатация началась через пять лет в Лондоне. А менее чем через полтора века – в 1982 г. в Великобритании была отправлена последняя телеграмма. Завершение эпохи телеграфных сообщений в Индии – крупнейшем пользователе телеграфа в мире – 2013 г., в Бельгии – в 2017 г. Скорость протекания процессов в научно-технической сфере возрастает: значительно более скоротечными по сравнению с телеграфом оказались жизнен-

ные циклы паровоза, кинескопа, катушечного магнитофона, еще более короткими – кассетного и видеоманитофонов, которые, в свою очередь, оказались долгожителями по сравнению с пейджером, факсом, плазменным телевизором, дискетой, не говоря уже о CD- и DVD-дисках и т.д. Происходит сокращение жизненных циклов технических решений, которые порой стали меньше смены поколения людей, обычно определяемого в 25 лет. Соответственно сокращается и период, на протяжении которого любой микроэкономический агент может получать дивиденды в результате использования ранее полученных результатов и обеспечивать относительно устойчивое существование без перехода на внедрение новых разработок (Drury, Farhoomand, 1999).

Время реализации того или иного проекта, основанного на совокупности определенных технических решений, зачастую превышает период выхода на рынок аналогов. А достижение на их основе как минимум не худших результатов с меньшими издержками требуют замены не выработавших свой ресурс изделий. Это относится не только к утилизации исправных и вполне функциональных приборов в бытовом секторе (электронно-лучевые телевизоры, мониторы и т.п.), но и к достаточно капиталоемким инфраструктурным проектам – например, закрытию в США в 2012–2016 гг. не выработавших свой ресурс шести атомных энергоблоков суммарной мощностью более 4,6 ГВт, а также к перспективе закрытия в 2017–2025 гг. еще 10 блоков суммарной мощностью более 8,5 ГВт в результате их вытеснения солнечными и ветровыми энергетическими установками с бездотационной стоимостью генерации ~ 30 долл. США за МВт·ч – более чем в 2 раза более низкой, чем на новых АЭС (Preserving America's Clean Energy Foundation, 2016).

Если по завершении жизненного цикла технического решения вопросов о целесообразности дополнительных капитальных вложений в его техническое совершенствование, как правило, не возникает, то в середине, а тем более на начальных этапах целесообраз-

ность следования тем или иным путем вовсе не очевидна и требуются независимые подходы к выбору вектора направления технологических изменений (Dewar, Dutton, 1986). В качестве примера из сегодняшней жизни можно привести отказ одних производителей от проведения новых разработок, связанных с совершенствованием бензиновых и дизельных двигателей, в пользу исследований в области электромобилей и усилия других, включая отечественный автопром, по дальнейшему развитию двигателей внутреннего сгорания.

Так как самая короткая дорога – та, которую хорошо знаешь, при выборе между рядом альтернатив без дополнительных механизмов стимулирования внедрения инноваций выбор делается в пользу ранее подтвержденных, апробированных технических решений. Это может диктоваться не только консерватизмом взглядов и (или) уходом от ответственности из-за неопределенности, всегда сопутствующей любым нововведениям, но в первую очередь определяется рыночными механизмами: вложенные деньги должны окупиться. И до тех пор, пока ранее освоенные решения приносят прибыль, не косметические, а ключевые, меняющие основы технологического процесса нововведения являются исключением, а не правилом на уровне любого отдельного хозяйствующего субъекта, цель которого согласно законам рыночной экономики – максимизация прибыли. Поэтому можно перечислять десятки примеров приобретения ведущими корпорациями с целью положить под сукно права на разработки, вытесняющие накопленные решения, которые применяются в текущий момент и обеспечивают ожидаемую прибыль, или рентабельность.

Данная проблема практически не имеет решения на уровне микроэкономики. Любой хозяйствующий субъект, выпадающий из общего тренда, не выдержит конкуренции и с намного большей вероятностью покинет рынок, чем перейдет на новый качественный уровень в своем технологическом развитии. Ключевым фактором является сложившаяся система взаимоотношений – среда, в которой

ведут деятельность отдельные микроэкономические агенты. Поэтому решение находится за границами экономики фирмы. При возможности в рамках отдельной отрасли формирования инновационно-восприимчивой среды (Грачев, Некрасов, 2013) оно может находиться на мезоуровне (Мезоэкономика развития, 2011) либо, как правило, на макроэкономическом уровне.

На макроуровне – уровне экономики как целого – производственную функцию можно записать как

$$P \sim L^l \cdot S^s \cdot C^c \cdot T^t, \quad (1)$$

где P – уровень производства в обществе; L – трудовые ресурсы; l – коэффициент эластичности по труду; S – земля как совокупность производительных возможностей территории; s – коэффициент эластичности по земле; C – капитал как совокупность технических средств производства; c – коэффициент эластичности по капиталу; T – технология производства; t – коэффициент эластичности по технологии.

Каждый множитель определяет вклад соответствующего фактора производства в общий объем выпуска продукции. Экономика рабовладения соответствует доминированию фактора труда L , феодальная – фактору земли S , капиталистическая – фактору капитала C , технократическая – фактору технологий T . В определенный исторический период какой-то из факторов производства дает максимальный объем прироста производительности общества, что и определяет доминирующий способ производства (Лавровский, 2010). В последние десятилетия наметилась трансформация приоритетов – от фактора капитала к фактору технологий – в полном соответствии с утверждением о том, что «инновации преодолевают депрессию» (Mensch, 1979).

На протяжении последних десятилетий именно технологии и первенство в исследованиях и разработках определяют эффективность экономического развития тех или иных стран (Андрейчикова, Козырев, 2016). А высокий темп освоения новых знаний и созда-

ния инновационной продукции уже являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность национальных экономик (Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, 2016).

Созданию любой инновационной продукции предшествует этап ее разработки, который, как правило, завершается оформлением документального подтверждения новизны полученного результата. В большинстве случаев таковым является патентная заявка. Поэтому динамика числа ежегодно подаваемых патентных заявок отражает как инновационный потенциал на сегодняшнем этапе, так и возможность наращивания промышленного производства новой наукоемкой продукции в перспективе.

Цель статьи – определить взаимосвязь экономического развития и динамики патентной активности в мире, а также направлений ее наиболее интенсивного роста для разработки рекомендаций по корректировке вектора развития отечественной инновационной системы.

Проблема взаимосвязи экономического развития и патентной активности подробно исследована, например, в (Плакиркин, 2012). В Институте энергетических исследований РАН рассмотрены длительные временные интервалы и установлена зависимость между числом накопленных патентных заявок (начиная с 1880 г.) и ВВП мира в реальных ценах:

$$\text{ВВП}_n = 0,64 \cdot \sum_{t=1880}^n \Pi_t - 5625, \quad (2)$$

где Π_t – число патентных заявок (тыс. шт.), поданных в год t ; ВВП_n – ВВП мира на год n в реальных ценах, млрд долл. США.

Показано, что ретроспективные данные с коэффициентом достоверной аппроксимации R^2 более 0,99 соответствуют зависимости (2): увеличение числа патентных заявок на 1000 штук приводит к росту ВВП мира на 640 млн долл. Фактические данные о ВВП в реальных ценах и числе патентных заявок после рассматриваемой публикации в период 2012–2019 гг. подтверждают справедливость утверждения о возможности прогнозирования

ВВП мира в реальных ценах на основе динамики патентных заявок.

Начиная с последнего пятилетия XX в. отмечается качественное изменение динамики числа патентных заявок в базе данных Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO IP Statistics Data Center)², которое выражается в значительном увеличении ежегодных темпов их роста.

Данное явление обусловлено двумя факторами. Во-первых, произошло увеличение прироста подаваемых патентных заявок в мире без учета Китая с 1,7% в год в 1980–1995 гг. до 7,6% в год в 1995–2002 гг., которое в 2002 г. было скорректировано до 1,4% в год. Во-вторых, с 1993 г. начался резкий рост патентной активности Китая, достигающий скорости до 20% в год и продолжающийся по настоящее время. В результате в 2016 г. доля Китая в общем числе поданных патентных заявок в мире превысила 41%. При этом более чем вдвое превышающий динамику ВВП Китая рост с достоверностью 0,995 аппроксимируется экспоненциальной зависимостью на протяжении четверти века (рис. 1). По числу поданных патентных заявок Китай опередил Россию в 1997 г., а в 2016 г. превысил 1 млн штук, что больше их общего числа в мире по

² WIPO IP Statistics Data Center. URL: <https://www.wipo.int>.

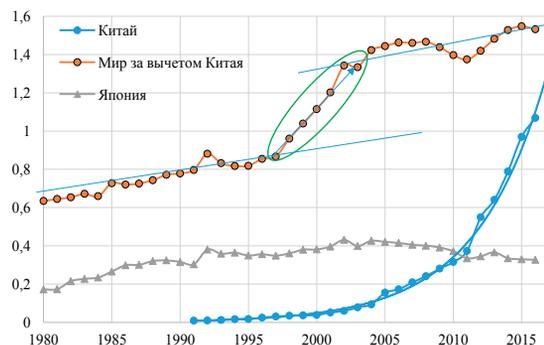


Рис. 1. Число патентных заявок в Китае, Японии и во всем мире за вычетом Китая, млн штук в год (на основе данных ВОИС)

состоянию на 1999 г. Поэтому объяснить наблюдаемую геометрическую прогрессию эффектом старта с низкой базы, характерным для всех кривых, имеющих логистическую форму, либо низким качеством патентной экспертизы в Китае (так как мы рассматриваем заявки, прошедшие экспертизу ВОИС), не представляется возможным. В итоге даже если прекратится дальнейший рост ежегодно подаваемых патентных заявок в Китае, накопленное число новых знаний позволит ему заместить сегодняшнюю номенклатуру выпускаемой продукции на более технологичную и наукоемкую, с большей добавленной стоимостью, тем самым обеспечив положительную динамику ВВП, как минимум, на ближайшее десятилетие.

Взаимосвязь динамики экономического роста с числом патентных заявок является характерной чертой не только китайской экономики. На кривой динамики патентных заявок Японии можно выделить два периода: рост до 1990 г. (год начала эпохи «потерянных десятилетий») и стабилизация с дальнейшим снижением их числа по настоящее время. Динамика числа патентных заявок Японии и Китая (две нижние линии на рис. 1) отражает трансформацию соотношения экономического потенциала стран Севера и Юга. Их точка пересечения – 2011 г. Это следующий год, после того как Япония перестала быть второй экономикой мира и уступила это место Китаю. Через два года доля Японии в подаваемых патентных заявках стала меньше доли не только Китая, но и США.

Анализируя верхнюю кривую – мир без учета Китая, следует отметить не только ранее упомянутое изменение скорости увеличения числа патентных заявок в 1995–1997 гг., но и снижение наклона кривой после 2002 г. (область, выделенная эллипсом, на рис. 1). Иными словами, на уровне мировой экономики как целого после относительно непродолжительного периода 1995–2002 гг. прирост производственной функции (1) в части развития технологий все в большей степени обеспечивается китайскими компаниями.

Кривая динамики числа патентных заявок России (рис. 2) отражает ключевые этапы отечественной экономики. Деструктивные явления «лихих девяностых» отразились в снижении поданных заявок с 70 тыс. до 15 тыс. в год. Частичное восстановление промышленного производства в последующую пятилетку после четырехкратного снижения курса национальной валюты соответствует корректровке их числа до 43 тыс. в год. Неизменное на протяжении 2006–2014 г. число патентных заявок иллюстрирует отсутствие положительных сдвигов в российской экономике, а снижение их числа на 15% после 2014 г. указывает на новый этап дальнейшего вытеснения России на периферию научно-технического прогресса, отражая влияние второй волны экономического кризиса, санкций и т.п.

Предлагаемый подход анализа экономического развития сквозь призму патентной активности позволяет с нового ракурса дать оценку ряду событий. В качестве примера отметим шестикратный прирост (с 7,5 тыс. до 45 тыс. штук в год) количества патентных заявок в 2012–2016 гг., закладывающий фундамент для экономического роста на новом качественном уровне в Бразилии. Столь высоких устойчивых темпов ростов на протяжении более чем пятилетнего периода не демонстрировала ни одна страна за рассматриваемый период в треть века.

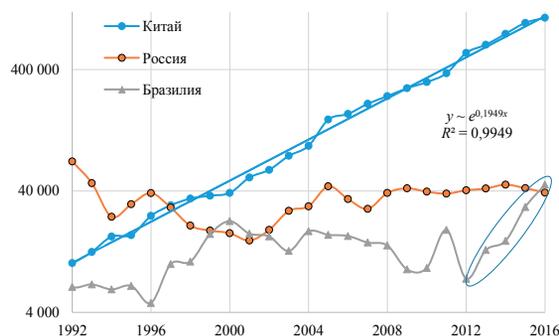


Рис. 2. Динамика числа патентных заявок Российской Федерации, Китая и Бразилии, штук в год, полулогарифмическая шкала (на основе данных ВОИС)

Более информативным является выявление не столько закономерностей общего тренда, отражающего результаты научно-технической деятельности в том или ином государстве, сколько анализ изменения распределения патентных заявок по различным направлениям технологического развития. Согласно классификации Всемирной организации интеллектуальной собственности, ВОИС (Concept of a Technology Classification for Country Comparisons, WIPO), любое изобре-

тение, соответствующее требованиям, необходимым для выдачи патента, относится к одной из 35 групп, в совокупности охватывающих практически все области научно-технической деятельности (см. таблицу). С целью облегчения восприятия показаны не абсолютные значения, а доли, соответствующие тому или иному направлению в общем распределении.

В любой стране происходит естественное опережение и отставание по некоторым направлениям. Количественно эту динамику

Таблица

Распределение патентных заявок по различным направлениям технологического развития на основе данных ВОИС

Направления технологического развития	Доля направления в мире 2016 г., %	Доля направления в России в 2016 г., %	Соотношение развитости (успешности) направления Россия/мир (столбец 3:столбец 2)	Изменение доли в мире 1980–2001 гг.	Изменение доли в мире 2001–2011 гг.	Изменение доли в мире 2011–2016 гг.	Изменение доли России 2001–2011 г.	Изменение доли России 2011–2016 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Электрические машины	7,0	3,9	0,56	0,78	1,18	1,03	0,90	1,18
Аудиовизуальная технологии	2,9	1,2	0,40	1,63	0,82	0,73	1,87	1,09
Телекоммуникация	2,0	1,3	0,63	2,31	0,72	0,71	1,78	0,73
Цифровая связь	5,1	1,7	0,34	6,27	1,78	1,12	3,85	0,68
Основные процессы коммуникации	0,6	0,6	1,02	0,66	0,69	0,68	1,81	0,74
Компьютерные технологии	7,4	3,0	0,40	2,62	1,28	1,03	1,35	1,46
ИТ-методы управления	1,7	0,5%	0,29	30,26	1,20	1,25	1,58	1,69
Полупроводники	3,0	0,7	0,23	2,55	1,05	0,69	1,18	0,97
Оптика	2,5	1,0	0,40	1,42	0,82	0,75	1,03	1,14
Измерительная техника	4,9	5,8	1,18	0,69	1,17	1,12	0,84	1,06
Анализ биологических материалов	0,6	1,5	2,57	1,90	0,93	0,88	1,22	1,03
Технологии контроля	2,1	1,5	0,71	1,01	0,91	1,35	1,45	1,11
Медицинская техника	4,5	6,6	1,47	1,95	1,19	0,99	0,73	1,04
Органическая тонкая химия	2,4	2,7	1,16	0,64	0,90	0,78	1,09	0,91
Биотехнология	2,1	2,3	1,06	3,33	0,95	0,88	1,73	1,21
Фармацевтика	4,1	4,3	1,05	1,81	1,12	0,99	0,96	0,83
Полимеры макромолекулярной химии	1,8	1,3	0,74	0,77	0,82	1,09	1,25	1,05
Пищевая химия	2,5	12,9	5,22	1,01	1,45	1,41	1,53	0,98
Химия основных материалов	3,1	2,9	0,93	0,68	1,01	1,17	0,72	1,05
Металлургия и материалы	2,5	3,6	1,42	0,49	1,12	1,13	0,81	0,70

Окончание таблицы

Направления технологического развития	Доля направления в мире 2016 г., %	Доля направления в России в 2016 г., %	Соотношение развитости (успешность) направления Россия/мир (столбец 3:столбец 2)	Изменение доли в мире 1980–2001 гг.	Изменение доли в мире 2001–2011 гг.	Изменение доли в мире 2011–2016 гг.	Изменение доли России 2001–2011 г.	Изменение доли России 2011–2016 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Технологии покрытия поверхности	1,7	1,5	0,89	0,86	1,11	0,88	0,75	0,99
Микроструктуры и нанотехнологии	0,2	0,5	2,80	141,84	2,98	0,86	7,96	0,78
Химические технологии	2,4	3,2	1,30	0,60	0,94	1,11	0,65	0,99
Экологические технологии	1,8	2,0	1,09	0,93	1,04	1,18	0,85	1,00
Обработка	2,8	1,7	0,59	0,73	0,82	1,11	1,24	0,98
Станки	3,0	2,6	0,88	0,52	1,00	1,15	0,71	0,85
Двигатели, насосы, турбины	2,5	4,6	1,84	0,75	1,04	0,90	0,69	1,10
Производство текстиля и бумаги	1,5	0,8	0,51	0,74	0,65	0,87	1,09	0,86
Специальные машины	3,6	4,7	1,29	0,68	0,87	1,24	0,89	1,09
Тепловые процессы и устройства	1,7	1,3	0,76	0,60	1,07	0,98	0,72	0,73
Механические элементы	2,7	3,4	1,24	0,69	0,90	1,03	0,87	1,26
Транспорт	4,3	5,3	1,24	1,03	0,91	1,14	1,25	1,25
Мебель, игры	2,6	1,3	0,51	1,34	0,90	1,10	1,55	1,09
Прочие потребительские товары	2,0	2,2	1,13	0,97	0,92	1,03	2,08	0,80
Гражданское строительство	3,6	5,6	1,53	0,76	0,91	1,10	0,80	1,03
Неклассифицируемые заявки	0,9	0,3						

описывает индекс технологической специализации (Revealed Technological Advantage, RTA). Он определяется как доля страны в патентах в определенной области технологий, разделенная на долю страны во всех патентных областях, названный в (Грачев, Некрасов, 2011) успешностью направления

$$RTA = (N_{ij} / N_j) / (N_i / N), \quad (2)$$

где N_{ij} – число патентных заявок в стране j по направлению i ; N_j – число всех патентных заявок в стране j ; N_i – число патентных заявок по направлению i во всем мире; N – общее число патентных заявок в мире за рассматриваемый период. Индекс равен единице, когда доля страны в этом секторе равна ее доле во всех областях (без специализации); и выше

единицы, когда наблюдается положительная специализация. Индекс равен единице, когда доля страны в секторе равна ее доле во всех областях (без специализации); и выше единицы, когда наблюдается положительная специализация.

Доля России среди всех патентных заявок составляет 1,5%. По некоторым направлениям происходит значительное отставание по сравнению с этим уровнем (соответствует значению менее единицы в столбце 4 таблицы). В наибольшей мере это относится к полупроводникам, аудиовизуальным технологиям, ИТ-методам управления, цифровой связи. В других отраслях происходит опережение своих средних показателей. Это пищевая химия, микроструктуры и нанотехнологии, ана-

лиз биологических материалов, в меньшей степени двигатели, насосы, турбины, гражданское строительство, медицинская техника.

Среди областей, где увеличилась успешность отечественных исследований за 35 лет, можно выделить три группы:

- начавших развитие во всем мире после 1980 г.: микроструктуры и нанотехнологии, ИТ-методы управления, цифровая связь;

- ассоциированных с медициной: фармацевтика, биотехнологии, медицинская техника, анализ биологических материалов;

- соответствующих концепции развития общества потребления: пищевая химия, мебель, игры, прочие потребительские товары.

Отметим, что в новых отраслях (первая группа) кроме микроструктур и нанотехнологий успешность России значительно меньше единицы (~0,3 (см. таблицу)). Отсюда следует вывод, что помимо создания благоприятных или ингибирующих условий для развития национальной инновационной системы в целом можно создавать условия для трансформации вектора технологического развития, в наибольшей степени соответствующие тем долгосрочным задачам, которые ставит перед собой общество. Если в 1980-е гг. большее внимание уделялось новым на тот период отраслям промышленности, то в настоящее время мы видим фокусирование вектора технологического развития на направлениях, соответствующих задачам развития общества потребления.

Теперь более подробно посмотрим, какие направления в мире в последнее десятилетие показывают положительную динамику, а какие, наоборот, находятся на спаде и в перспективе едва ли смогут стать основой для новых технологических укладов (Акаев, 2009; Глазьев, 2015) и обеспечить технологическую безопасность государства (Нижегородцев, 1997). Как следует из рис. 1, число патентных заявок в мире (без учета Китая) в 2006–2016 гг. практически не изменилось. Основной мировой прирост обеспечивают китайские разработчики. Для того чтобы в Китае какому-либо направлению сохранять свою долю, «нужно бежать со всех ног, чтобы толь-

ко оставаться на месте». Поэтому на рис. 3, как и на рис. 1, будем рассматривать мир без Китая и Китай отдельно, представляя данные независимо.

Мы видим идентичность динамики развития технологических направлений в мире и в Китае.

Отметим возможность применить теории бостонской консалтинговой группы (БКГ) (Хендерсон, 2008) к анализу перспектив дальнейшего развития различных направлений технологического развития в мире. Согласно этой теории в рамках экономики фирмы выделяется четыре группы продуктов, имеющих:

- малую долю рынка и находящихся на подъеме;

- большую долю рынка, находящихся на подъеме;

- находящихся на спаде, но все еще обеспечивающих значительный объем продаж;

- находящихся на спаде и не достигших в предыдущее время большой доли рынка.

В рамках подобной классификации распределение технологических направлений в мире без учета Китая выглядит следующим образом (параметры классификации – значения столбцов 2 и 7 таблицы):

- ИТ-методы управления;

- цифровая связь, компьютерные технологии, биотехнология, медицинская техника, мебель и игры, транспорт, двигатели, насосы, турбины, электрические машины, специальные машины;

- телекоммуникация (3 – Telecommunications), производство текстиля и бумаги, аудиовизуальная техника, станки, органическая тонкая химия, химические технологии, тепловые процессы и устройства, экологические технологии, технологии покрытия поверхности, полупроводники, анализ биологических материалов, оптика, пищевая химия;

- основные коммуникационные процессы (5 – Basic communication processes), микроструктуры и нанотехнологии.

Отметим, что появление направления «микроструктуры и нанотехнологии» в четвертой, а не в первой группе противоречит

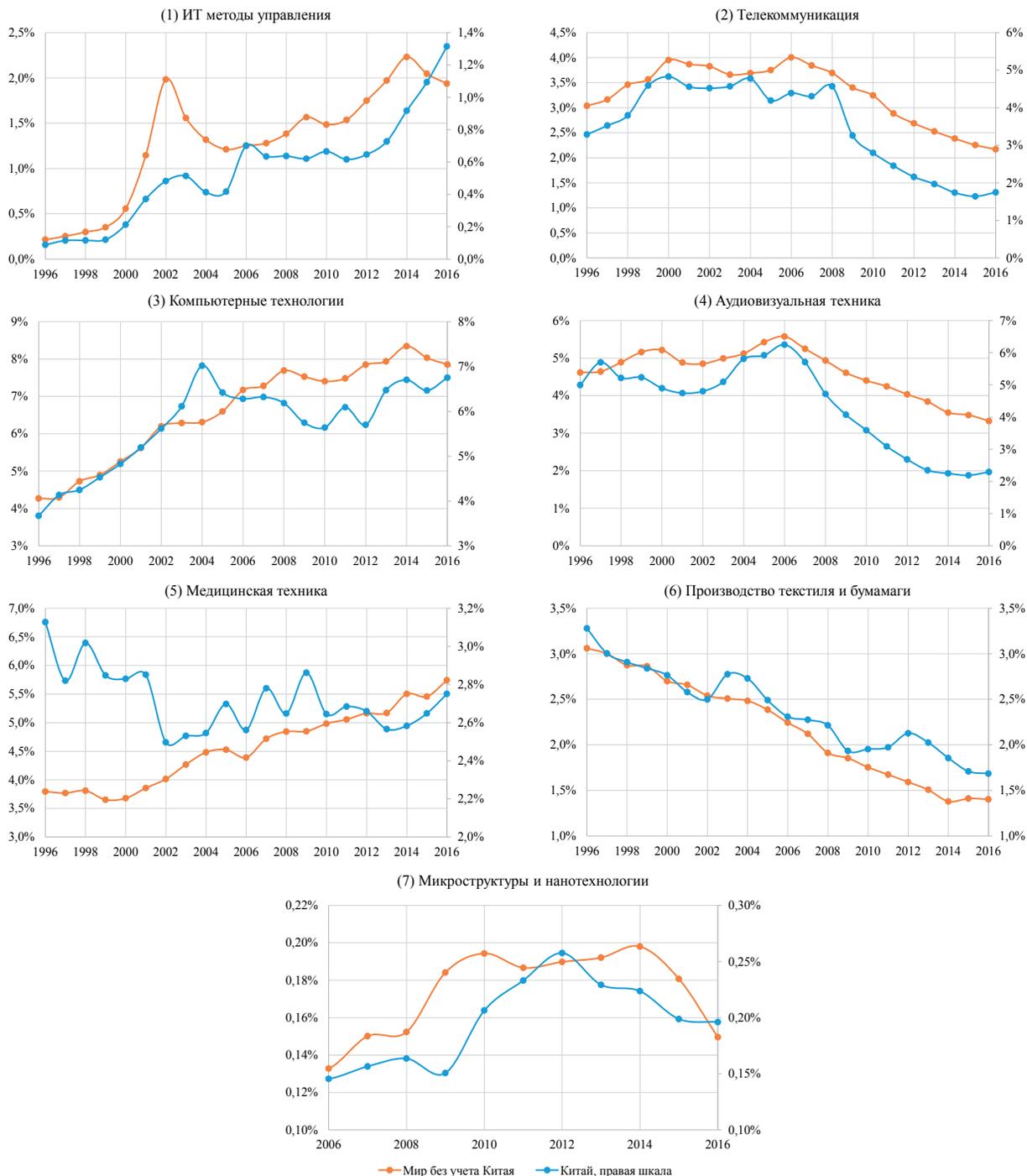


Рис. 3. Динамика изменения долей, приходящихся на технологические направления в мире (без учета Китая) и в Китае по наиболее успешным направлениям технологического развития (1, 2, 3), находящимся на спаде (4, 5, 6), а также по направлению микроструктуры и нанотехнологии (7) (на основе данных ВОИС)

публикациям, обосновывающих его перспективность (Маасацура, Озаки, 2008).

Правомочность применения подобной классификации подтверждает рассмотрение динамики количества патентных заявок не только в масштабах ВОИС, но и на региональном уровне, например, в рамках Европейского патентного ведомства (ЕПВ)³. Из представленной на рис. 4–6 динамики числа патентных заявок, поданных в ЕПВ по ряду технологических направлений, видна ее идентичность с данными ВОИС.

Одним из выводов теории Бостонской консультативной группы (БКГ) является целесообразность исключения в максимально быстрые сроки из номенклатуры фирмы товаров, попавших в четвертую группу. Эта группа тянет компанию вниз, лишает свободных денежных средств, съедает ресурсы. По направлению «микроструктуры и нанотехнологии» доля патентных заявок в России в 2,8 раза превышает российскую долю во всех патентных заявках (см. таблицу). Но как видно из анализа динамики патентных заявок по данным ВОИС, так и по данным ЕПВ, несмотря на эффект низкой базы (число исследований по нему не превышает 0,25%, чтократно меньше по сравнению с другими направлениями), это направление на протяжении последних пяти лет находится на спаде. Поэтому следует повторить, теперь уже опираясь на выводы из теории БКГ и значительно более длительное время наблюдения, утверждение о целесообразности перераспределения ресурсов, сконцентрированных в этом направлении, на другие, существенно более перспективные области исследований (Грачев, Некрасов, 2011), в первую очередь стратегически важную область компьютерных технологий, а также медицинской техники, транспорта, механических элементов, двигателей, насосов, турбин, гражданского строительства.

Представляет интерес выделение наиболее успешных направлений в различных странах:

³ Сайт Европейского патентного ведомства. URL: <https://www.epo.org>.

США – компьютерные технологии, основные процессы коммуникации, цифровая связь;

Германия – транспорт, механические элементы, двигатели, насосы, турбины;

Великобритания – гражданское строительство, анализ биологических материалов, прочие потребительские товары;

Нидерланды – гражданское строительство, специальные машины, обработка;

Швейцария – измерительная техника, прочие потребительские товары, мебель, игры;

Франция – транспорт, двигатели, насосы, турбины, механические элементы;

Италия – прочие потребительские товары, гражданское строительство, обработка;

Израиль – тонкая органическая химия, биотехнологии, фармацевтика;

Япония – мебель, игры, оптика, производство текстиля и бумаги;

Китай – пищевая химия, станки, экологические технологии;

Индия – тонкая органическая химия, фармацевтика, биотехнология;

Корея – полупроводники, ИТ-методы управления, аудиовизуальные технологии;

Бразилия – органическая тонкая химия, полимеры молекулярной химии, фармацевтика;

Мексика – органическая тонкая химия, фармацевтика, биотехнология;

Канада – гражданское строительство, биотехнология, медицинская техника;

Россия – пищевая химия, микроструктуры и нанотехнологии, анализ биологических материалов;

Украина – фармацевтика, органическая тонкая химия, анализ биологических материалов.

Как следует из приведенного списка, ни в одной стране, кроме России, микроструктуры и нанотехнологии не входят в тройку наиболее успешных направлений. Мы видим, что в ряде стран приведенные технологии могут быть объединены в более общие кластеры: в США это цифровизация экономики, в Германии и Франции – машиностроение, в Ин-

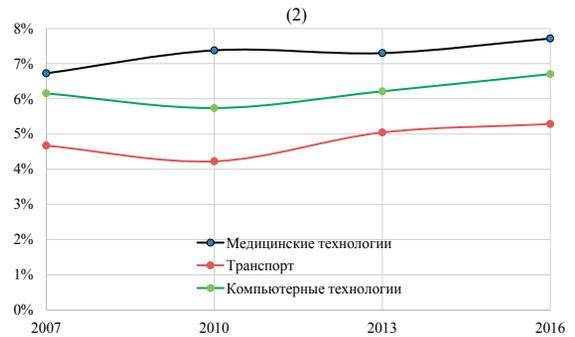
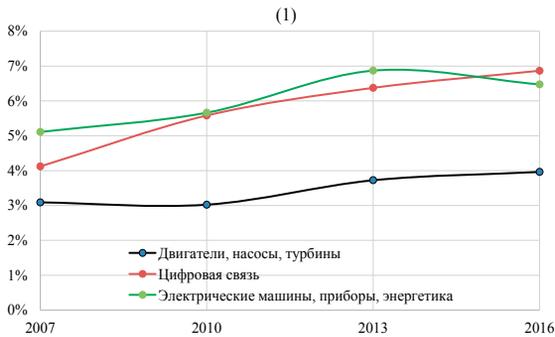


Рис. 4. Направления исследований в устойчиво развивающихся отраслях экономики (по данным ЕПВ)

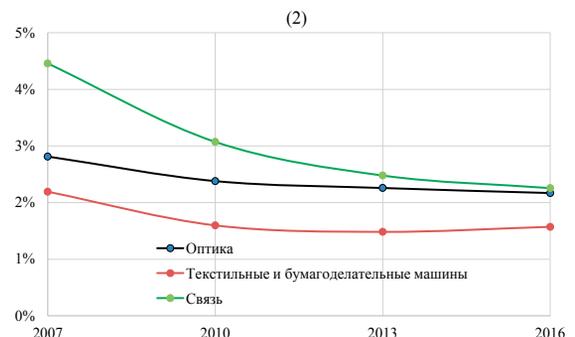
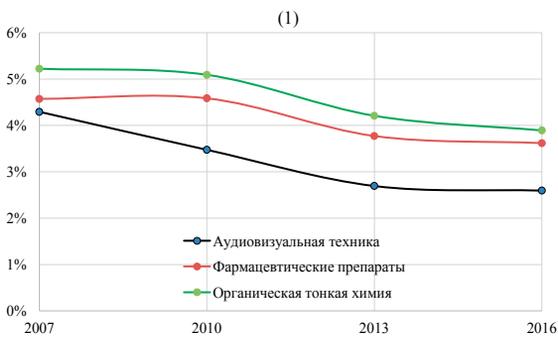


Рис. 5. Направления исследований в отраслях, находящихся на спаде активности (по данным ЕПВ)

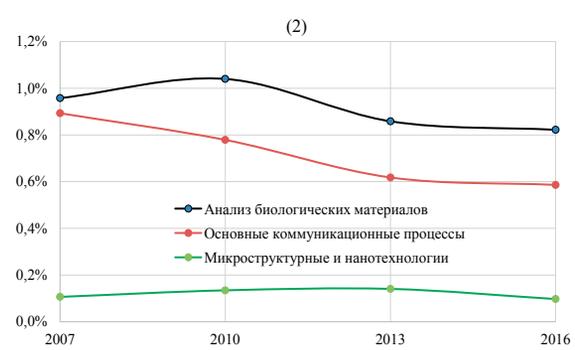
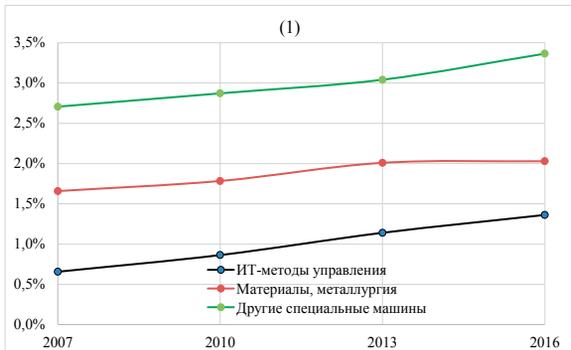


Рис. 6. Направления исследований с незначительной долей рынка, показывающие положительную (1) и отрицательную динамику (2) (по данным ЕПВ)

дии, Бразилии, Израиле и Украине, а также в некоторой степени в Канаде – фармацевтическая химия и медицина.

Разнонаправленность динамики количества патентных заявок по различным на-

правлениям отражает теорию смены технологических укладов и позволяет более точно спрогнозировать направления, которые с наибольшей вероятностью будут определять новый технологический уклад. Однако остается

еще ряд вопросов, требующих дополнительного исследования. Одним из них является объяснение динамики степени диверсификации патентной активности в мире. Если мы построим значения индекса Херфиндаля–Хиршмана (индекса монополизации) распределения патентных заявок по всем направлениям в мире без учета Китая, то увидим, что в 1980–1995 гг. происходил рост уровня диверсификации патентных исследований (рис. 7).

Он сменился стабилизацией 1995–2002 гг., сопровождаемой относительно краткосрочным ростом числа патентных заявок в мире без учета Китая (период, как на рис. 1, отмечен эллипсом). В это время произошло замещение $\frac{1}{8}$ доли ежегодно подаваемого количества патентных заявок с японских на американские, что привело к удвоению 13% доли США до 26% при снижении доли Японии с 43 до 30%. Основная причина стало замещение 40% японской доли в компьютерных технологиях преимущественно на американскую (рост доли США с 9 до 39% и снижение доли Японии с 71 до 31%) (Некрасов, 2019).

После этого наблюдается изменение тренда роста равномерности технологического развития по всем направлениям на противоположный – повышение специализации. Одновременно происходит практическая стабилизация (рост менее 1% в год) числа патентных заявок в мире без учета Китая. Следует

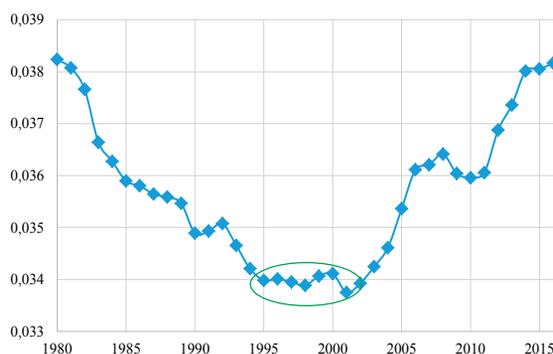


Рис. 7. Динамика индекса Херфиндаля–Хиршмана количества патентных заявок в мире без учета Китая (на основе данных ВОИС)

выделить два этапа этого процесса: первый 2002–2008 гг. и второй, начавшийся в 2011 г.

Очевидно, что простое замещение одной группы технологий (одного технологического уклада) на другую вовсе не подразумевает скоординированность динамики количества патентных заявок по всем направлениям. Еще более удивительным является этот феномен, если на него взглянуть как на результат суммирования разнонаправленных действий исследователей, инженеров, ученых всех стран на протяжении 35-летнего интервала. С одной стороны, по-видимому, большинство творческих людей, результаты деятельности которых обладают признаками новизны, необходимыми и достаточными для подтверждения патентной заявкой, едва ли смогут спрогнозировать свои результаты на ближайшие несколько лет. Во всяком случае, если бы упомянутого выше П.Л. Шиллинга за несколько лет (кратно меньшее время рассматриваемого 35-летнего интервала) до открытия телеграфа спросили о факте, а тем более о сроках открытия, то это вызвало бы его удивление. А с другой стороны, факт кооперативной деятельности десятков тысяч научных школ в сотнях стран можно видеть на рис. 7.

С математической точки зрения рост индекса объясняется опережающим ростом доли наиболее емких технологических направлений:

- компьютерных технологий и цифровой связи, что находит отражение в цифровизации экономики;
- электрических машин, что проявляется в снижении стоимости и стремительном росте объемов генерации возобновляемых источников энергии, замещении ими традиционных источников энергии;
- технологий в области измерительной техники.

На эти четыре технологических направления приходится почти четверть всех патентных заявок, и доля каждой из них устойчиво увеличивается в 2001–2016 гг. Помимо них дополнительно отметим технологии, увеличивающие свою долю в их общем числе на

протяжении этого периода. Это ИТ-методы управления, медицинская техника, двигатели, насосы, турбины, металлургия и материалы, а в последние пять лет к ним присоединились технологии в области контроля и транспорта. Но выделение этих направлений, определяющих характер кривой на рис. 7 в 2001–2016 гг., никоим образом не объясняет причины скоординированности их роста с единовременным сокращением исследований по отраслям, имеющим небольшие доли. В противоположность растущим направлениям, которые, по-видимому, станут основой нового технологического уклада, выделим области, где доля снижалась достаточно интенсивно, – производство текстиля и бумаги, органическая тонкая химия, оптика, основные процессы коммуникации, телекоммуникация, аудиовизуальные технологии, а также к ним в последние пять лет присоединились микро-структуры и нанотехнологии.

ВЫВОДЫ

Происходит замещение основного вклада в рост производственной функции мировой экономики с капитала на технологии. Число поданных патентных заявок является интегральным показателем эффективности совершенствования технологического развития. Распределение числа патентных заявок по направлениям отражает выбранный обществом вектор технологического развития. Сокращается время, в течение которого можно обеспечить устойчивую хозяйственную деятельность на основе ранее полученных технологических решений.

Мировой прирост числа патентных заявок в основном обеспечивают китайские исследователи. Успехи экономического развития Китая отражаются в росте количества патентных заявок ~ 20% в год на протяжении 1992–2016 гг. В результате его доля превысила 41% в 2016 г. Замещение сегодняшней

номенклатуры товаров на более наукоемкую продукцию с большей добавленной стоимостью на основе новых знаний в виде ежегодно формулируемых более 1 млн патентных заявок обеспечит положительную динамику ВВП Китая, как минимум, на ближайшее десятилетие.

Соотношение числа патентных заявок по различным направлениям, определяя вектор развития общества, задается не только сменой технологических укладов, но и путем формирования благоприятных условий для развития одних направлений и негативных для других.

Доля патентных заявок по направлению микро-структуры и нанотехнологии как в мире, так и в Европе не превышает 0,25% и, несмотря на возможность реализации эффекта старта с низкой базы, сокращается в 2011–2016 гг. Поэтому усилия, прикладываемые на наращивание этого направления в России, целесообразно переориентировать на развитие компьютерных технологий и направлений, имеющих в мире положительную динамику, в которых успешность отечественных разработок превышает среднероссийские показатели: медицинскую технику, транспорт, механические элементы, двигатели, насосы турбины, гражданское строительство.

Успешные технологические направления в России (индекс технологической специализации больше единицы), а именно пищевая химия, микро-структуры и нанотехнологии, анализ биологических материалов, имеют достаточно низкие шансы стать базой нового технологического уклада, так как доля патентных заявок в мире по этим направлениям сокращается в течение последних пяти лет. При этом как по наиболее динамично растущим направлениям, так и по имеющим максимальную долю среди всех патентных заявок в мире (первая и вторая группы согласно классификации БКГ) успешность России имеет весьма скромные показатели, что предполагает необходимость корректировки приоритетов в поддержке различных направлений национальной инновационной системы.

Мировая инновационная система демонстрирует признаки самоорганизации, как минимум, по двум параметрам: темп роста числа поданных патентных заявок и диверсификация разработок по различным направлениям. По первому параметру на протяжении многих десятилетий во всем мире без учета Китая происходило увеличение числа патентных заявок со скоростью ~1% в год, за исключением их кратно более быстрого прироста в относительно краткосрочном интервале 1995–2002 гг. Второй – процесс диверсификации исследований по различным направлениям научно-технологического развития – происходил в 1980–1995 гг. и завершился в 1995–2002 гг. В 2002 г. произошла смена диверсификации специализацией преимущественно на компьютерных технологиях, цифровой связи, электрических машинах и технологиях в области измерительной техники.

расли к устойчивому развитию // Уголь. 2013. № 1. С. 30–34.

- Лавровский И.К.* Демократия и рынок. М.: Контакто, 2010. 210 с.
- Маасацура И., Озаки Т.* Современное состояние сферы нанотехнологий: анализ патентов // Форсайт. 2008. Т. 2. № 2. С. 32–43.
- Мезоэкономика развития / под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. М.: Наука, 2011. 805 с.
- Некрасов С.А.* Экономическое развитие сквозь призму динамики патентной активности // Проблемы прогнозирования. 2019. № 2.
- Нижегородцев Р.М.* Технологическая безопасность государства // Мировая экономика и международные отношения. 1997. № 10. С. 82.
- Плакаткин Ю.А.* Закономерности инновационного развития мировой экономики. Энергетические уклады XXI века. СПб.: РАЕН, 2012. 119 с.
- Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102416645>.
- Хендерсен Б.Д.* Продуктовый портфель // Бостонская консалтинговая группа BCG Review: Дайджест. Вып. 2. М.: Бостонская консалтинговая группа, 2008. С. 7–8.
- Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. WIPO. URL: <http://www.wipo.int/portal/en>.
- Dewar R.D., Dutton J.E.* The adoption of radical and incremental innovations // Management Science. 1986. Vol. 11. № 32.
- Drury D.H., Farhoomand A.* Innovation diffusion and implementation // International Journal of Innovation Management. 1999. Vol. 3. № 2.
- Mensch G.* Stalemate in technology – innovations overcome the depression. N.Y.: Ballinger, 1979.
- Preserving America's Clean Energy Foundation.* 2016. URL: <http://www.thirdway.org/report/preserving-americas-clean-energy-foundation>.
- Рукопись поступила в редакцию 07.12.2018 г.*

Список литературы

- Акаев А.А.* Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом // Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие. М.: УРСС, 2009. С. 141–162.
- Андрейчикова О.Н., Козырев А.Н.* Патентная активность и экономическое лидерство // Cloud of Science. 2016. Т. 3. № 2. С. 263–289. URL: <http://cloudofscience.ru>.
- Глазьев С.Ю.* Формирование новой институциональной системы в условиях смены доминирующих технологических укладов // Научные труды Вольного экономического общества России. 2015. № 1. С. 37–45.
- Грачёв И.Д., Некрасов С.А.* Управление инновационным развитием экономики России. Новый подход // Вестник РАН. 2011. Т. 81. № 5. С. 419–429.
- Грачёв И.Д., Некрасов С.А.* Инновационно восприимчивая среда – основа перехода угольной от-

PATENT ACTIVITY AS AN INDICATOR DETERMINING THE VECTOR OF DEVELOPMENT OF THE WORLD ECONOMY

S.A. Nekrasov, V.N. Mironov

DOI: 10.33293/1609-1442-2019-2(85)-115-130

Sergey A. Nekrasov, Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, san693@mail.ru

Mironov V.N., Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, mirmipt@gmail.com

Analysis of the change in the number of annually filed patent applications is a new method for studying the patterns of economic development. The article considers two trends. Firstly, the growth of patent applications is decreasing in the whole world with the exception of China since the 1980s excluding the short – term interval of 1997–2002, after 2002 does not exceed 1.5% per year. In China, the annual 20% increase in the number of patent applications over 25 years led to an increase in its share in the patent applications of the world by more than 40%. At the same time, the distribution of patent applications in various areas in China almost completely correlates with the global vector of scientific and technological development. Secondly: there was a change in the nature of the movement in the direction of diversification of the global scientific and technological development, as indicated by the dynamics of the Herfindahl – Hirschman index. At least from 1980 to the end of the 20th century, the monopolization index had been decreasing. The change occurred in 1997–2002, and since 2002 the monopolization index has been growing. There is an increase in the share of patent applications in the areas of Computer technology, Digital communication, Electrical equipment apparatus, Energy, Measurement. At the same time, the share of both well-formed areas, the share of which is above 2–3% (these are Telecommunications, Textile and paper machines, Audio-visual technology, Machine tools, Organic fine chemistry, Chemical engineering), and those at the initial stage (Basic communication, Micro-structural and nano-technology) are decreasing. The analysis of the dynamics Revealed Technological Advantage performed. For the leading economies

of the world, directions of technological development have been revealed, along which the most successful development takes place. It is shown that the directions in which the share of patent applications in Russia is ahead of its average world level, namely Food chemistry, Micro-structural and nano-technology, Analysis of biological materials, have had a negative dynamics in the world over the past five years. Therefore, the adjustment of the domestic vector of scientific and technological development and the transfer of efforts to the development of computer technology, medical technology, civil engineering, computer technology is required.

Keywords: production function; economic development; patent application; technological development; diversification of technological development.

JEL: O3.

References

- Akayev A.A. (2009). The current financial and economic crisis in the light of the theory of innovation and technological development of the economy and the management of the innovation process. System monitoring. Global and regional development. Moscow, URSS, pp. 141–162 (in Russian).
- Andreichikova O.N., Kozyrev A.N. (2016). Patent activity and economic leadership. *Cloud of Science*, vol. 3, no. 2, pp. 263–289 (in Russian). URL: <http://cloudofscience.ru>.
- Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Wipo. URL: <http://www.wipo.int/portal/en>.
- Dewar R.D., Dutton J.E. (1986). The adoption of radical and incremental innovations. *The Management of Science*, vol. 11, no. 32.
- Drury D.H., Farhoomand A. (1999). Innovation diffusion and implementation, international. *Journal of Innovation Management*, vol. 3, no. 2.
- Glazyev S.Yu. (2015). Formation of a new institutional system in the face of a change in the dominant technological order. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*, no. 1, pp. 37–45 (in Russian).
- Grachev I.D., Nekrasov S.A. (2011). Management of innovative development of the Russian economy. New approach. *Bulletin of the Russian Academy*

-
- of Sciences*, vol. 81, no. 5, pp. 419–429 (in Russian).
- Grachev I.D., Nekrasov S.A. (2013). Innovatively susceptible environment – the basis of the coal industry transition to sustainable development. *Coal*, no. 1, pp. 30–34 (in Russian).
- Hendersen B.D. (2008). Product Portfolio. *Boston Consulting Group BCG Review: Digest*. Issue 02. Moscow, Boston Consulting Group, pp. 7–8 (in Russian).
- Lavrovsky I.K. (2010). Democracy and the market. Moscow, Kontako, 210 p. (in Russian).
- Maasatsura I., Ozaki T. (2010). The current state of the sphere of nanotechnology: patent analysis. *Fore-sight*, vol. 2, no. 2, p. 32–43 (in Russian).
- Mensch G. (1979). Stalemate in technology – innovations overcome the depression. New York, Ballinger.
- Development mesoeconomy (2011). Kleiner G.B. (ed.). Moscow, CEMI RAS, 805 p. (in Russian).
- Nekrasov S.A. (2019). Economic growth through the prism of patent activity. *Studies on Russian Economic Development*, vol. 30, no. 2, pp. 192–197 (in Russian).
- Nizhegorodtsev R.M. (1997). Technological security of the state. *World economy and international relations*, no. 10, p. 82 (in Russian).
- Plakitkin Yu.A. (2012). Patterns of innovative development of the world economy. Energy structures of the XXI century. St. Petersburg, RANS, 119 p. (in Russian).
- Preserving America's Clean Energy Foundation*. 2016. URL: <http://www.thirdway.org/report/preserving-americas-clean-energy-foundation>.
- The strategy of scientific and technological development of the Russian Federation (2016). Approved by the Decree of the President of the Russian Federation of 01.12.2016, No. 642. (in Russian). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102416645>.

Manuscript Received 07.12.2018