

Конкурентоспособность и специализация секторальной инновационной системы России в области нанотехнологий



А. Н. Фоломьев,
д. э. н., профессор,
зам. зав. кафедрой государственного
регулирующего экономики Российской
Академии народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ,
заслуженный экономист России
e-mail: ao.morozova@migsu.ru



Н. В. Гапоненко,
к. э. н., член-корреспондент РАН,
зав. отделом научно-инновационного
развития и Форсайта, Институт проблем
развития науки РАН
e-mail: ngaponenko@gmail.com

Исследуются вопросы оценки специализации, результативности и конкурентоспособности секторальных инновационных систем на основе использования библиометрических показателей и патентной статистики. Анализируются проблемы специализации и конкурентоспособности СИСи России в области нанотехнологий в сопоставлении с ведущими странами – лидерами мировой наногонки.

Ключевые слова: секторальные инновационные системы, нанотехнологии, патенты, библиометрические показатели, конкурентоспособность, специализация.

Важнейшей технологической областью, которая существенно изменит практически все сектора экономики, позволит значительно улучшить качество жизни и качество окружающей среды, являются нанотехнологии. Они вместе с ИКТ и биотехнологиями формируют технологическую базу общества, основанного на знаниях, трансформируют фундаментально все отрасли и сектора экономики, модель потребления и образа жизни. Точно также как информационные технологии в свое время перевернули наше представление об информации и как ею оперировать, нанотехнологии радикально изменят наше понимание материи и как ею манипулировать и использовать. Если последние двадцать–тридцать лет речь шла о том, что нанотехнологии могут снизить материальные затраты на единицу валового внутреннего продукта, сделать конечную продукцию более долговечной, износостойкой, менее энергоемкой, более производительной, легкой, то сегодня речь уже идет о принципиально новых методах диагностики, умных лекарствах, умной материи, которая имеет память и способна восстановить свою форму, о материи, которая

может менять свой цвет, форму и т. д. Кроме чисто экономических и социальных возможностей, нанотехнологии рассматриваются как важная технологическая основа для обеспечения национальной оборонной безопасности; они поставят под сомнение использование многих средств вооружения и предоставят по своим возможностям принципиально новое оружие. И, наконец, ожидается, что нанорынок в ближайшие 10–15 лет будет самым динамичным. Именно поэтому к нанотехнологиям в настоящее время приковано внимание правительств, корпораций, венчурных капиталистов и ученых в различных странах мира. В этом тысячелетии началась великая гонка за «нанолидерство», поскольку нанотехнологии формируют фундамент лидерства на геополитическом и геоэкономическом пространстве в первой половине XXI века. Эта гонка стартовала в начале тысячелетия в США с принятием Национальной нанотехнологической инициативы (ННИ), а на сегодняшний день уже более 55 стран мира разработали программы по образу и подобию американской ННИ, которые направлены на создание сбалансированной и адаптивной секторальной инновационной системы в

области нанотехнологий (СИСн), и включают меры по формированию базы знаний СИСн, развитию исследовательской и инновационной инфраструктуры, человеческого капитала, и, наконец, по обеспечению безопасности нанотехнологий для потребителей и окружающей среды.

Специфика нанотехнологий такова, что они вырастают из фундаментальной науки. В этой области граница между производством и использованием знаний размыта; рынок развивается в значительной степени за счет спин-оффс. Именно поэтому результат мировой наногонки и в части создания базы знаний, и в части развития нанорынка зависит от готовности сферы ИиР не только производить новые знания, но и конвертировать их в рыночный продукт. В этой статье мы оценим сформировавшиеся тенденции и глобальных лидеров в важнейших нанообластях, которые в значительной степени определяют вектор развития нанотехнологий и конкурентоспособность СИСн, основываясь на библиометрической и патентной статистике. Такой подход позволяет оценить накопленную базу знаний, которая лежит в основе развития СИСн и призвана обеспечить конкурентоспособность системе, специализацию СИСн, основных игроков – конкурентов на мировой арене, лидеров, которые генерируют фундаментальные прорывы и соответственно структурные изменения и в базе знаний СИСн, и в ее специализации и конкурентоспособности.

Библиометрические показатели для оценки конкурентоспособности и специализации СИСн

Конкурентоспособность и результативность нанонауки, масштабы и интенсивность производства знаний для сектора позволяют выявить библиометрические показатели. В сформировавшейся практике анализа используются два основных показателя: количество публикаций и индекс цитирования. Первый отражает масштабы производства знаний, а второй позволяет измерить качество знаний, влияние вновь производимых знаний на развитие базы знаний и ее отдельных научных и технологических областей. Анализ потока публикаций по основным технологическим областям позволяет оценить концентрацию знаний в тех или иных технологических областях, структурные сдвиги в базе знаний и специализацию СИС.

В целом число публикаций в области нанотехнологий и наноструктурированных материалов растет быстрыми темпами, причем по темпам роста эта область превосходит другие технологические области. Это является индикатором ее приоритетности в структурах власти, корпоративном секторе и научном сообществе и отражает процессы создания базы знаний для развития зарождающейся СИСн. США являются страной, которая внесла особый вклад в производство глобальной базы знаний для СИСн; на нее приходится около 30% публикаций в области нанотехнологий. Китай и Япония занимают соответственно вторую и третью позиции. В странах ЕС наиболее продуктивным игроком является Германия. Россия находится на 11-м месте. Индекс цитирования отражает вклад страны в структурные и качественные изменения в

базе знаний СИСн. Драйверами изменений являются Швейцария, Нидерланды и США, причем лидируют две страны, которые не являются лидерами по количеству публикаций.

Макроанализ количества публикаций и индекса цитирования дает представление о созданной в стране базе знаний для развития СИСн, но не позволяет оценить потенциальную конкурентоспособность страны в отдельных научных и технологических областях, равно как и в секторах экономики, в которых эти знания и технологии потенциально могут быть использованы. Поэтому особую ценность представляет анализ этих показателей по отдельным макрообластям и прорывным технологическим позициям.

Библиометрический анализ структуры публикаций российских ученых в сопоставлении со средними по миру показателями и данными по странам ЕС показывает [1], что в России значительная часть знаний концентрируется в такой важной для развития нанотехнологий области, как нанофизика; около 40% опубликованных российскими учеными статей в области нанотехнологий, представленных на Web of science, относятся к нанофизике, что значительно выше соответствующих мировых и европейских показателей (рис. 1). Эти пропорции предсказуемы, поскольку нанофизика «вырастет» из физических дисциплин, в которых Россия традиционно рассматривается и как сильный конкурент, и как генератор новых знаний и научных прорывов.

Еще одной областью, в которой доля России в структуре генерируемых научных знаний выше мировых и европейских показателей является нанооптика (рис. 1). Это относительно молодое направление, в становлении и развитии которого российская наука внесла существенный вклад. Следует отметить, что во многих нанообластях и макротехнологиях на ранней стадии их развития российская наука находилась в составе мировых лидеров благодаря, главным образом, сильным научным школам академической науки. Россия очень часто выступала, и все еще выступает в роли одного из основных драйверов структурных изменений в базе знаний ряда секторальных инновационных систем. Однако, по мере раскручивания направления российская наука начинает сдавать свои позиции

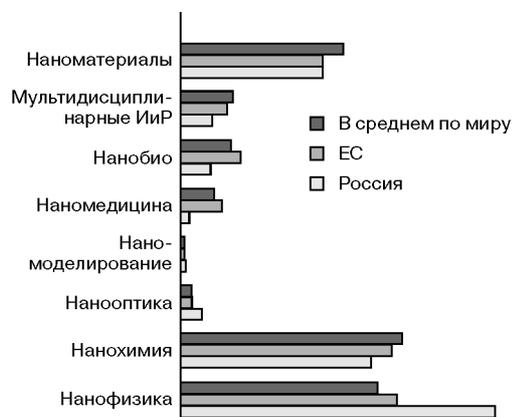


Рис. 1. Структура публикаций по основным нанообластям (в % к общему числу опубликованных статей в области нанотехнологий, представленных на Web of science)

видимо потому, что вузовская и корпоративная наука не генерируют достаточного потока публикаций в журналах, представленных на Web of science, чтобы поддержать лидирующие позиции России в условиях, когда научные организации в различных странах мира «переключаются» на перспективное направление, включая его в свои приоритеты, и поток публикаций растет быстрыми темпами.

Библиометрический анализ позволяет выявить структурные диспропорции в базе знаний СИСн России, которые могут повлиять на дальнейшее развитие и базы знаний, и на конкурентоспособность отдельных секторов экономики, в которых эти знания являются основой прогресса. В структуре публикаций российских ученых, представленных на Web of science, достаточно скромной остается доля «нанобио» и «наномедицины». На нанотехнологии возлагаются большие надежды в части фундаментальной трансформации здравоохранения, фармацевтики, решения ряда экологических проблем, равно как и в борьбе с тяжелыми заболеваниями. У России недостаточно накопленных знаний для реализации инновационного прорыва в этой области. Своими корнями эта проблема уходит в советскую науку. В течении десятилетий наука работала на оборонный комплекс, а медицинские науки занимали скромные позиции и в структуре расходов на ИиР, и в структуре исследовательского потенциала. В новейшей истории России эти диспропорции сохранились; в базе знаний НИС России медицина все еще занимает скромные позиции. Эти исторические диспропорции накладываются на развитие базы знаний СИСн.

Анализ структуры публикаций позволяет выявить еще одну фундаментальную проблему. Дело в том, что с ростом уровня сложности инноваций, технических систем и социально-экономических проблем в экономике, основанной на знаниях, мультидисциплинарные исследования начинают играть принципиально новую роль в развитии базы знаний любой инновационной системы. Именно на них будет основываться и развитие знаний, и конкурентоспособность инновационной системы в новой экономике. В России доля мульти-

дисциплинарных исследований в структуре публикаций существенно ниже мирового и европейского уровней. Это говорит о том, что российская наука все еще остается фрагментарной, недостаточно развит сетевой потенциал, да и структуры власти и научное сообщество все еще недооценивают эту проблему.

Библиометрический анализ публикаций по отдельным прорывным технологическим областям позволяет оценить позиции страны в отдельных направлениях, которые могут оказать существенное влияние как на развитие базы знаний, так и на конкурентоспособность СИСн.

К прорывным научным открытиям последнего десятилетия относится графен. Это фундаментальное открытие XXI века принесло Андрею Гейму и Константину Новоселову Нобелевскую премию. Графен обладает высокой прочностью, прозрачен в силу своей чрезвычайно малой толщины и является хорошим проводником электрического тока. Эти свойства определяют широкий спектр его использования в различных областях, включая микроэлектронику, оптику, энергетику (солнечные батареи) и т. д. По индексу цитирования в этой области две страны — Великобритания и Россия — оставляют далеко позади такие страны, как США, Китай, Швейцария, Япония и Германия, то есть признанных мировых лидеров (см. рис. 2). Таким образом, у России появляется шанс, используя прорывы в фундаментальной науке, повысить уровень конкурентоспособности в ряде нанобластей и секторов экономики, где графен способен фундаментально изменить конечный продукт и себестоимость его производства.

Открытие фуллеренов — новой формы углерода, признано одним из важнейших открытий XX столетия, за которое Р. Керл, Р. Смолли и Г. Крото в 1996 г. были удостоены Нобелевской премии по химии. В научных лабораториях на основе фуллеренов уже синтезировано более 3 тыс. новых соединений. В настоящее время исследуются вопросы их использования для создания фотоприемников и оптоэлектронных устройств, катализаторов роста, алмазных и алмазоподобных пленок, сверхпроводящих материалов, а также в качестве

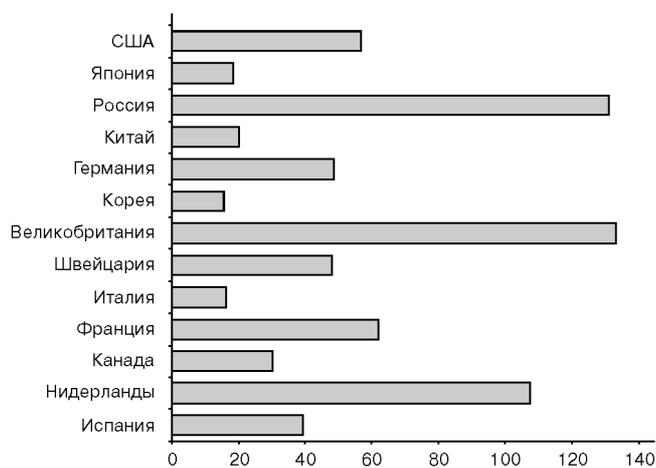


Рис. 2. Индекс цитирования основных стран-лидеров и России в области графена

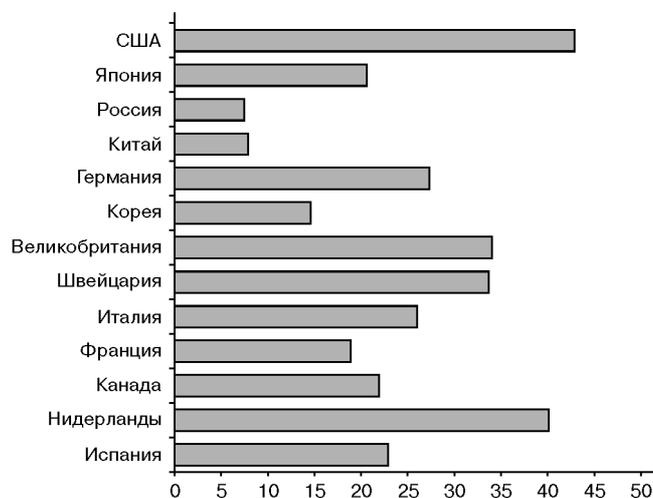


Рис. 3. Индекс цитирования основных стран-лидеров и России в области фуллеренов

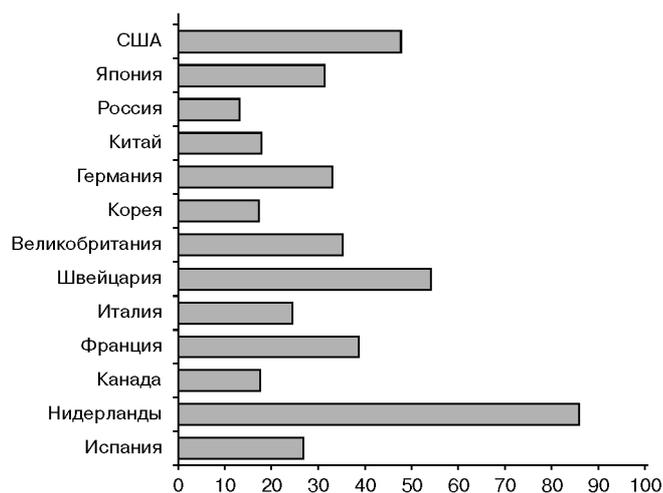


Рис. 4. Индекс цитирования основных стран – лидеров в области нанотрубок

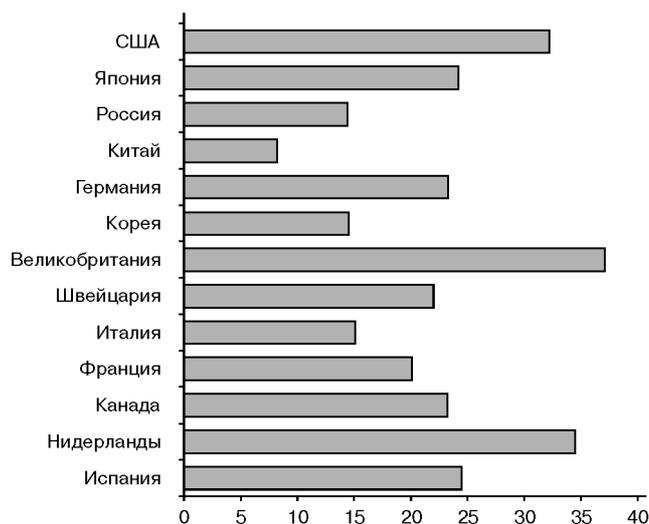


Рис. 5. Индекс цитирования основных стран – лидеров в области нанопотоники

красителей для копировальных машин. Фуллерены применяются для синтеза металлов и сплавов с новыми свойствами. Они могут быть использованы для производства аккумуляторных батарей; такие батареи характеризуются более высокой эффективностью, малым весом, а также более экологичны по сравнению со своими аналогами на основе лития. Появляется перспектива использования фуллеренов в качестве основы для создания запоминающей среды со сверхвысокой плотностью информации. Фуллерены могут найти применение в качестве присадок для ракетных топлив, смазочного материала. Большие надежды связывают с их использованием в медицине и фармацевтике. Проводятся исследования по созданию противораковых медицинских препаратов на основе соединений фуллеренов с радиоактивными изотопами. Несмотря на то, что за последнее десятилетие стоимость фуллерена C₆₀ снизилась практически в 1000 раз, широкомасштабное их использование все еще во многом ограничивается их высокой стоимостью. По индексу цитирования лидерами являются США и Нидерланды. Россия пропускает вперед даже Корею (рис. 3).

Еще одно выдающееся открытие современной фундаментальной науки — нанотрубки. Они в 50 тыс. раз тоньше человеческого волоса, в 1000 раз прочнее стали и намного легче пластика. Химическая стабильность, механическая прочность, меняющаяся электропроводность и ряд других уникальных свойств определяют широкий спектр их применения от наноэлектроники и энергетики до медицины и фармацевтики. По индексу цитирования лидерами являются Швейцария, Нидерланды, а США занимают третью позицию (см. рис. 4). В десятку лидеров по количеству публикаций входят такие технологически развитые страны, как Япония, Германия, Великобритания, Франция. По индексу цитирования Россия уступает и технологически развитым странам, и Китаю, и Корею.

Нанопотоника является относительно новым и быстро развивающимся направлением. Количество ежегодно публикуемых в мире работ в этой нанобласти выросло за 2000-е гг. более чем в 7 раз. Основная

задача нанопотоники — разработка материалов с улучшенными или принципиально новыми оптическими, электрооптическими и оптоэлектронными свойствами для создания на их основе фотонных функциональных устройств нового поколения таких как эффективные источники когерентного и некогерентного излучения с управляемыми характеристиками, устройства отображения информации, включая дисплеи портативных приборов и большие цветные экраны, приемники излучения и детекторы нового поколения, оптоэлектронные преобразователи, оптические вычислительные устройства, в том числе, квантовые, интегрированные сенсорно-диагностические системы для контроля окружающей среды и другие. К новым перспективным материалам нанопотоники относятся полупроводниковые квантово-размерные материалы, в том числе материалы с квантовыми ямами, нитями и точками, фотонные кристаллы, фотонно-кристаллические пленки и волокна, материалы с отрицательным показателем преломления и металл-диэлектрические плазменные наноматериалы. По индексу цитирования в этой области лидируют США, Великобритания и Нидерланды (рис. 5). Россия входит в десятку лидеров.

Фундаментальным открытием последних лет являются метаматериалы — искусственные среды со свойствами, которых нет в природе. Это зарождающееся направление, которое может оказать существенное влияние как на развитие базы знаний СИСн, так и на ее конкурентоспособность. Электромагнитные метаматериалы по данным Materials Today вошли в десятку выдающихся достижений материаловедения за последние 50 лет. Электромагнитные метаматериалы с отрицательным коэффициентом преломления позволяют управлять излучением во всем диапазоне частот от радио до оптических. Они открывают возможности для создания принципиально новых приборов, таких как сверхлинзы, которые позволяют получить изображение с деталями много меньше длины волны используемого света, и экраны невидимости. Несмотря на то, что эта область относится к зарождающимся нанобластям, с помощью метаматериалов уже улучшены параметры СВЧ-приборов таких как, антенны

Десять топовых журналов, в которых опубликованы статьи китайских ученых в области нанотехнологий за 1976–2007 гг.

Ранг	Журнал	Страна	Тематика	Количество публикаций		
				2000	2007	1976–2007
1	Applied Physics Letters	США	Физика	56	329	1,458
2	Materials Letters	Нидерланды	Материаловедение, мультидисциплинарные исследования; физика	15	453	1,328
3	Journal of Physical Chemistry	США	Химия, физика	15	81	969
4	Physical Review	США	Физика	45	152	909
5	Chemical Journal of Chinese Universities-Chinese	Китай	Химия, мультидисциплинарные исследования	50	111	898
6	Nanotechnology	Великобритания	Мультидисциплинарные исследования, физика, нанотехнологии, материаловедение	1	303	876
7	Journal of Crystal Growth	Нидерланды	Кристаллография	48	112	835
8	Rare Metal Materials and Engineering	Китай	Материаловедение, мультидисциплинарные исследования, металлургия	10	244	818
9	Journal of Applied Physics	США	Физика	51	151	734
10	Acta Physica Sinica	Китай	Физика, мультидисциплинарные исследования	42	122	727

Источник: [3]

и фазированные антенные решетки, поляризаторы, селективные фильтры. Потенциально метаматериалы могут быть применены во всех областях, в которых используется электромагнитное излучение – от космических систем до медицины. Показатель цитирования публикаций российских ученых по метаматериалам (21,6) превосходит мировой (20,7) [2].

Анализ библиометрической информации по прорывным технологическим областям показывает, что в технологиях, которые находятся на ранней стадии развития (графен, метаматериалы) российская нанонаука даже по индексу цитирования находится на высшей ступеньке в табели о рангах, а в более раскрученных направлениях, где исследования все более и более смещаются в сторону технологических и экспериментальных разработок, Россия начинает уступать свои позиции не только признанным нанотехнологическим лидерам (США, Швейцария, Нидерланды, Германия), но и странам, которые по сравнению с Россией не имеют столь давних традиций и компетенций в области нанотехнологий (Италия, Испания, Корея).

Проводя библиометрический анализ, следует учитывать, что индекс цитирования, как и любой другой показатель, имеет свои достоинства и недостатки. Его бесспорным преимуществом является то, что он позволяет выявить на ранней стадии зарождающиеся технологии, отследить их развитие по стадиям жизненного цикла, оценить основных игроков, которые являются генераторами новых знаний и структурных изменений в СИС, выявить ключевых конкурентов и специализацию СИСн различных стран мира. Информационной базой расчетов служат публикации, представленные на Web of science. Отсюда произрастают основные недостатки показателя. Дело в том, что разные страны представлены по-разному своими журналами на Web of science. Многие страны имеют языковые проблемы публикации своих статей в англоязычных журналах. Именно языковые барьеры рассматриваются российскими субъектами политики в качестве основного

объяснения низкого рейтинга страны по индексу цитирования. С этим спорить сложно. Действительно этот фактор оказывает свое влияние, но на наш взгляд неправильно списывать все на языковые барьеры. Языковые барьеры имеют и ряд стран ЕС, и страны Латинской Америки и Тихоокеанского региона. Следует отметить, что в 1990-е гг. российская нанонаука обходила по индексу цитирования Китай, Корею и ряд стран Латинской Америки, если рассматривать средний индекс цитирования нанотехнологических статей, а не публикации по прорывным технологиям. В 2000-е гг., с ростом объемов финансирования НИОКР и принятием двух национальных программ, которые должны были придать ускорение развитию нанотехнологий, Россия пропустила вперед и Китай, и Корею, и Индию, и ряд стран Латинской Америки, которые имеют не менее сложные языковые проблемы, и которые не имеют столь давних традиций и компетенций в проведении nanoисследований. На наш взгляд, для того чтобы оценить проблему, целесообразно рассмотреть топовые журналы, в которых наиболее активно публикуются статьи ученых в области нанотехнологий. Мы проанализировали журналы, в которых публиковались российские, китайские и индийские ученые за период 1976–2007 гг. (табл. 1–3) [3].

В табл. 1 представлены 10 топовых¹ журналов, в которых опубликованы статьи китайских ученых; обращает на себя внимание тот факт, что китайских журналов всего лишь три, США и ЕС представлены, приблизительно одинаково. В дисциплинарном разрезе публикации концентрируются в физике, мультидисциплинарных исследованиях, и материаловедении; немного уступают им кристаллография и химия. Следует отметить, что в 2000-е гг. во всех иностранных журналах количество статей увеличилось в 2–5 раз, а в журнале Materials Letters – в 30 раз.

¹ К числу топовых относятся журналы, в которых публикуется преобладающая часть материалов по нанотехнологиям

Таблица 2

Десять топовых журналов, в которых опубликованы статьи индийских ученых в области нанотехнологий за 1976–2007 гг.

Ранг	Журнал	Страна	Тематика	Количество публикаций		
				2000	2007	1976–2007
1	Journal of Nanoscience and Nanotechnology	США	Химия, мультидисциплинарные исследования	0	134	254
2	Journal of Applied Physics	США	Физика	17	75	249
3	Physical Review B	США	Физика, конденсированные среды	14	35	227
4	Materials Letters	Нидерланды	Физика, материаловедение, мультидисциплинарные исследования	9	56	206
5	Applied Physics Letters	США	Физика	9	48	194
6	Langmuir	США	Физика, химия	14	38	192
7	Journal of Physical Chemistry B	США	Физика, химия	4	26	183
8	Applied Surface Science	Нидерланды	Химия, физика, конденсированные среды, материаловедение, покрытия и пленки	2	31	139
9	Journal of Applied Polymer Science	США	Полимерные науки	4	45	132
10	Nanotechnology	Великобритания	Физика, мультидисциплинарные исследования, материаловедение, нанотехнологии	1	51	132

Источник: [3]

Таблица 3

Десять топовых журналов, в которых опубликованы статьи российских ученых за 1976–2007 гг.

Ранг	Журнал	Страна	Тематика	Количество публикаций		
				2000	2007	1976–2007
1	Physical Review	США	Физика, конденсированные среды	22	83	560
2	Physics of the Solid State	Россия	Физика, конденсированные среды	29	63	523
3	Semiconductors	Россия	Физика, конденсированные среды	42	43	411
4	Technical Physics Letters	Россия	Физика	19	56	322
5	JETP Letters	Россия	Физика, мультидисциплинарные исследования	21	33	296
6	Applied Physics Letters	США	Физика	14	28	223
7	Physics of Metals and Metallography	Россия	Металлургия	10	22	190
8	Inorganic Materials	Россия	Материаловедение, мультидисциплинарные исследования	10	30	175
9	Journal of Experimental and Theoretical Physics	Россия	Физика, мультидисциплинарные исследования	11	32	167
10	Physics of Low-dimensional Structures	США	Физика, конденсированные среды	7	0	158

Источник: [3]

Табл. 2 дает представление о журналах, в которых опубликованы основные статьи индийских ученых. Обращает на себя внимание тот факт, что индийских журналов среди 10 топовых журналов нет вообще. По тематике исследований хорошо представлены физика, химия, в меньшей степени — мультидисциплинарные исследования и материаловедение.

В табл. 3 представлены топовые журналы, в которых опубликованы статьи российских ученых; семь журналов относятся к российским и лишь 3 журнала американских, причем, количество статей, опубликованных в американском журнале Physics of Low-dimensional Structures за 2000-е гг. сократилось до 0.

Таким образом, российские ученые публикуются в основном в российских журналах, а статьи преимущественно относятся к нанофизике. Это говорит о том, что ученые все еще недостаточно интегрированы в глобальные сети и мировое научное сообщество. Проблема не только в языковых барьерах. У основной массы ученых нет мотиваций публиковать результаты исследований за рубежом, поскольку и продвижение

по карьерной лестнице, и «доступ» к финансовым ресурсам слабо увязаны с публикационной активностью ученых за рубежом. Таким образом тот факт, что по публикационной активности и по индексу цитирования российская нанонаука уступает свои позиции на мировой арене, а следовательно и конкурентоспособность СИСн России снижается предопределяются системными факторами, а не только лишь языковыми барьерами.

Патентная статистика для оценки продуктивности и конкурентоспособности СИСн

Перейдем к патентной статистике; она позволяет оценить развитие различных технологических областей, продуктивность научных организаций и конкурентоспособность отдельных стран в определенных технологических областях. В некотором смысле патентная статистика является индикатором способности стран конвертировать результаты НИОКР в технологический продукт и новые рыночные возмож-

ности. Во всем мире количество патентных заявок в области нанотехнологий и наноструктурированных материалов растет быстрыми темпами; в 2000-е гг. среднегодовой темп роста патентных заявок составил 34,5%; он был выше среднегодового темпа роста публикаций — 20–25%. Быстрый рост патентных заявок является индикатором того, что нанотехнологии продвигаются все ближе к рынку.

Количество патентных заявок в годовом исчислении, поданных в национальные патентные агентства, представлено на рис. 6 [4]. Четыре страны существенно опережают все остальные страны мира — США, Китай, Южная Корея и Япония. Следует отметить, что США на протяжении нескольких десятилетий удерживали лидерство, но в 2006 г. Китай вырвался вперед, а уже в 2008 г. в патентное агентство Китая было подано в 1,34 раза больше патентных заявок, чем в патентное агентство США. Россия в мировом рейтинге заняла шестое место; количество патентных заявок, поданных в Роспатент за 2000-е гг., увеличилось в 3,8 раза, но разрыв со странами-лидерами колоссальный. Кроме того, Россия остается далеко позади многих стран мира по количеству патентных заявок, поданных в патентные организации других стран. Это говорит о том, что Россия не стремится к лидерству на мировых рынках. У российских ученых и научных организаций недостаточно мотиваций для патентования изобретений. До сих пор не урегулирован вопрос о правах на интеллектуальную собственность, полученных на бюджетные средства, нет разделения прав между учеными и организациями, в штате которых работают эти ученые, нет мотиваций ни у физических, ни у юридических лиц. Физические лица не видят для себя финансовой выгоды, а мотивации юридических лиц подавлены низкой оценочной стоимостью интеллектуальной собственности. Кроме того, патент раскрывает достаточно много информации, но не является надежной защитой от копирования. За последние годы общая ситуация с защитой прав на объекты интеллектуальной собственности начала меняться к лучшему, однако опрос руководителей научных организаций показал, что около 10% респондентов все еще считают, что недостаточная защита прав на объекты интеллектуальной собственности является чрезвычайно острой пробле-

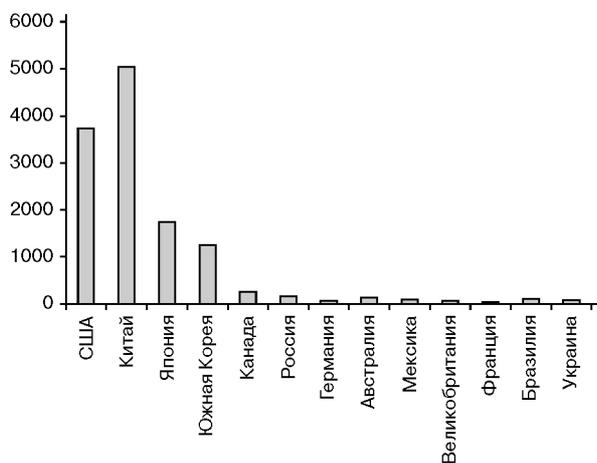


Рис. 6. Количество патентных заявок, поданных в национальное патентное агентство, ед.

мой, около 16% респондентов отнесли ее к серьезной проблеме, а около 23% респондентов рассматривают ее как ощутимую проблему [4].

Международная патентная классификация была использована для выделения технологических областей (подклассов патентной классификации). Для каждой страны были выделены пять технологических областей, в которых страна лидировала по количеству патентных заявок; при ранжировании рассматривалось 19 технологических областей (подклассов) [4]. Анализ показал, что некоторые подклассы вышли в лидеры в ряде стран и регионов мира:

- полупроводниковые приборы, электрические приборы на твердом теле, не отнесенные к классу H01L вошли в состав приоритетов в странах ЕС, России, США и в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Патентозаявителями США было подано 743 патентные заявки в этой области, Китая — 350 заявок, Южной Кореи — 238, Германии — 17, а России — 13;
- препараты для медицинских, стоматологических или гигиенических целей (A61K) оказались среди лидеров в странах ЕС, США и России. В этой области лидировал Китай (370 заявок), второе место заняли США (367 заявок), Россия имела всего лишь 13 заявок, а Германия — 8 (лидер среди стран ЕС);
- неметаллические элементы и их соединения (C01B) вошли в пятерку лидеров во Франции, Великобритании, России, США и странах Азиатско-Тихоокеанского региона. В этой области лидерство опять-таки сместилось в страны Азиатско-Тихоокеанского региона; Япония мела 292 заявки, США — 187, Южная Корея — 103, Россия — 16, а Франция — 7 (лидер ЕС);
- химические или физические процессы, например катализ, коллоидная химия, а также аппараты для их проведения (способы или устройства специального назначения) оказались в перечне приоритетов в Китае (370 заявок), Германии (17 заявок), России (15 заявок) и в некоторых других странах.

В 2000-е гг. количество патентных заявок в этих пяти технологических областях существенно увеличилось. Так, если рассматривать такую область, как «полупроводниковые приборы, электрические приборы на твердом теле», то количество заявок американских патентозаявителей увеличилось в 9,7 раза, китайских — в 87 раз, корейских — в 8 раз, российских — в 3,2 раза, а немецких — в 2,5 раза. В России наиболее высокие темпы продемонстрировала такая область, как «наноструктуры, их изготовление или обработка», количество заявок увеличилось 25 раз; эта область в России имеет наивысший рейтинг.

В этих перспективных областях можно ожидать конкуренции между странами ЕС, Азиатско-Тихоокеанского региона и США; возможно, и Россия вступит в конкурентную борьбу. Если использовать показатель «количество патентных заявок» как индикатор конкурентоспособности, то можно сделать вывод, что США и страны Азиатско-Тихоокеанского региона в большей степени готовы выиграть в этой гонке.

Заключение

Анализ показывает, что между технологически развитыми и развивающимися странами развернулась острая борьба за лидерство в области нанотехнологий и наноструктурированных материалов. Страны конкурируют и по объему инвестиций, и за лидерство по количеству публикаций и патентных заявок, а в последние годы и за лидерство на мировом рынке. Прорывные открытия в фундаментальной науке являются залогом конкурентоспособности, определяют в значительной степени геополитические и геоэкономические позиции. США, страны ЕС и Япония, которые на протяжении многих лет лидировали в этой области науки и технологий, вынуждены были уступить свои позиции Китаю. Следует отметить, что ранг страны по инвестициям в области нанотехнологий хорошо коррелирует с рангом страны по количеству публикаций и патентов. Однако, продуктивность нанонауки различна. В Китае продуктивность нанонауки наиболее высокая, поскольку темпы роста инвестиций в развитие нанотехнологий намного ниже темпов роста публикаций и патентов. В России, напротив, продуктивность и конкурентоспособность СИСи падает. По нашему мнению, Россия имела очень хорошие шансы, чтобы быть в числе основных лидеров в этой гонке XXI века. Россия располагала достаточно хорошей основой для развития нанотехнологий, поскольку они в значительной степени базируются на таких дисциплинах, как физика, химия, наука о материалах; в этих областях знаний Россия традиционно имела достаточно сильные позиции на мировой арене. Советский Союз одним из первых в мире начал проводить исследования на наноуровне; в некоторых академических институтах наноисследования стартовали в 1950-е гг.; немногие страны могут похвастаться столь давними традициями и такими компетенциями в этой области. НИИ России, принятая в 2007 г., повысила статус нанотехнологий в структурах власти и в научном сообществе и предопределила быстрый рост количества научных организаций, проводящих наноисследования. Более 700 научных организаций проводят наноисследования (лишь на 12% меньше, чем в странах ЕС вместе взятых), т. е. институциональная структура нанонауки

развита достаточно хорошо. Хотя инвестиции в «нано» увеличились существенно и Россия вышла на вторую позицию в мире, но доля России в общем объеме нанопубликаций сократилась с 5,2% в 1990-е гг. до 3,25% в 2011 г. Накопилось множество системных проблем, которые мешают динамичному развитию российской науки и определяют стагнационные процессы. Следовательно, лидерство в мировой наногонке предопределяется не только объемом инвестиций, но и зависит в значительной степени от мотиваций, распределения и использования финансовых ресурсов, востребованности результатов НИОКР реальным сектором экономики, развития сетей и многих других факторов.

Список использованных источников

1. Данные проекта NANORUCER 7-ой Рамочной программы ЕС; WP2 Thomas Reiss, Axel Tielmann «Performance Analysis». Brussels: European Commission, NANORUCER, 2010.
2. А. И. Терехов. Наукометрический подход к нанотехнологии// Прикладная эконометрика, № 3, 2011.
3. Xuan Liu at all. Trends for Nanotechnology Development in China, Russia, and India// Springer Science+Business Media B. V., 2009
4. N. V. Gaponenko. Assessment of Russian NN activity. Brussels: European Commission, NANORUCER, 2010.

Competitiveness and specialization of Russian sectoral innovation system in nanotechnology

A. N. Folomiev, Doctor of Economics, Professor, Deputy head of the department of state regulation of the economy, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Honored Economist of Russia.

N. V. Gaponenko, PhD in Economics, corresponding member of Russian Academy of Natural Sciences, Head of Department of Science and Innovation for Development and Foresight, Institute for the Study of Science RAS.

Bibliometric indicators and patent statistics are used for the assessment of specialization, productivity and competitiveness of the sectoral innovation system. The issues of specialization and competitiveness of the sectoral innovation system of Russia in nanotechnology are analyzed in comparison to countries – leaders of world nanorace.

Keywords: sectoral innovation systems, nanotechnology, patents, bibliometric indicators, competitiveness, specialization.