

ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ*

Наталья КУРАКОВА¹

доктор биологических наук, директор.
E-mail: idmz@mednet.ru

Владимир ЗИНОВ¹

доктор экономических наук,
кандидат технических наук,
заместитель директора.
E-mail: zinov@ranepa.ru

Владимир КОМАРОВ²

кандидат экономических наук,
заведующий лабораторией экономики знаний.
E-mail: vmkomarov@ranepa.ru

Павел ПАВЛОВ²

старший научный сотрудник
лаборатории экономики знаний.
E-mail: pavlov@ranepa.ru

¹ Центр научно-технической экспертизы.

² Институт прикладных экономических исследований.

Российская академия народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ
(119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82)

Аннотация

Результаты анализа долгосрочных прогнозов научно-технологического развития России дают основания полагать, что значительная часть выделенных в данных документах приоритетов создает риск неэффективного расходования государственных средств. В статье приведены выдержки из проведенного анализа, иллюстрирующие типовые риски реализации утвержденных на данный момент долгосрочных приоритетов развития прикладной науки в России и сформулированы предложения по совершенствованию методологии научно-технологического прогнозирования. **Ключевые слова:** наука и технологии, технологическое прогнозирование, наукометрия.

Введение

Стратегической целью государственной политики России в области науки и технологий названо «обеспечение к 2020 году мирового уровня исследований и разработок и глобальной конкурентоспособности Российской Федерации на направлениях, определенных *национальными научно-технологическими приоритетами*»¹. Конкретные направления как для подъема традиционных секторов, так и для прорыва на рынке высоких технологий были выделены в соответствии с Посланием Президента Российской Федерации Федеральному собранию от 12 декабря 2012 года в рамках долгосрочного прогноза научно-технологического развития России². На фоне возрастающей роли технологического прогнозирования как инструмента государственной политики остро встает вопрос о разработке эффективной прогнозной методологии. Так, в Указе Президента РФ от 7 мая 2012 года № 596 «О долгосрочной государ-

* Авторы выражают признательность Л. Цветковой и О. Ерёмченко за помощь при подготовке настоящей статьи.

¹ См.: Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утверждены Президентом РФ 11 января 2012 года № Пр-83); Государственная программа «Развитие науки и технологий» до 2020 года. С. 18.

² <http://www.kremlin.ru/news/17118>.

ственной экономической политике» (абзац 2 подпункта 2) отмечена необходимость «предусмотреть до 1 июля 2013 г. формирование системы технологического прогнозирования, ориентированной на обеспечение перспективных потребностей обрабатывающего сектора экономики, с учетом развития ключевых производственных технологий»³.

Важнейшими документами, напрямую определяющими приоритеты распределения средств федерального бюджета на финансирование «ограниченного числа прорывных промышленных высокотехнологичных проектов», являются «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития до 2025 года» (далее: «Прогноз—2025»)⁴ и «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития до 2030 года» (далее: «Прогноз—2030»)⁵.

Оценка перспективного состояния научно-технологической сферы представляется нам важной и актуальной задачей. Однако долгосрочное прогнозирование динамики глобальной научно-технологической сферы на современном этапе приобретает качественно новый уровень сложности в силу лавинообразного увеличения объемов научного публикационного потока, ускорения процесса освоения результатов прорывных исследований и разработок. Преимущественно экспертные методы прогнозирования, применяемые в рамках методологии форсайта, при построении долгосрочных прогнозов научно-технологического развития перестают работать. При этом требования к качеству инструментов научно-технологического прогнозирования в условиях сохраняющейся конкуренции национальных инновационных систем продолжают оставаться беспрецедентно высокими.

Центр научно-технической экспертизы РАНХиГС при Президенте Российской Федерации провел анализ научно-технологических направлений, выделенных в «Прогнозе—2025» и «Прогнозе—2030» [Куракова и др., 2014]. Ниже приведены выдержки из данной работы, иллюстрирующие типовые риски реализации утвержденных на данный момент долгосрочных приоритетов развития прикладной науки в России, и сформулированы выводы и рекомендации по совершенствованию методологии прогнозирования.

1. Недостатки и упущения «Прогноза—2025» и «Прогноза—2030» в фиксации научно-технологических приоритетов

Постараемся ответить на следующий вопрос: «Можно ли рассматривать «Прогноз—2025» и «Прогноз—2030» в качестве документов, определяющих стратегическое планирование развития России?» Приведенные

³ Указ Президента РФ от 7 мая 2012 года № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике». URL: <http://www.rg.ru/2012/05/09/gospolitika-dok.html>.

⁴ Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года). URL: <http://old.mon.gov.ru/files/materials/5053/prog.ntr.pdf>.

⁵ Минобрнауки России. Прогноз научно-технологического развития РФ на период до 2030 года. Декабрь 2013 года (утвержден Правительством РФ 20 января 2014 года).

далее примеры проиллюстрируют тот факт, что действующая система долгосрочного прогнозирования в России не всегда способна своевременно фиксировать научно-технологические направления, обладающие высоким потенциалом создания новых высокотехнологичных отраслей.

«Прогноз—2025», представленный на круглом столе в Минобрнауки России 2 декабря 2008 года, был анонсирован на сайте «Наука и технологии РФ» как «первое в России глобальное исследование текущего состояния сектора науки и технологий, первая попытка дать адекватный, с учетом мировых тенденций, прогноз его развития». Содержание «Прогноза—2025» разочаровало как заказчика (Минобрнауки России), так и научное сообщество. В постстрелизе, опубликованном на сайте «Наука и технологии РФ», приводится комментарий министра: «Некоторые рекомендации экспертов, изложенные в прогнозе, выглядят тривиальными. Ничего сверхнеожиданного я в этом докладе не нашел»⁶. Однако по истечении пяти лет (2008—2013 годы), прошедших между завершением работ над «Прогнозом—2025» и публикацией «Прогноза—2030», в России не было выполнено ни одного исследования, посвященного оценке прогностической ценности первого прогноза. Между тем такое исследование не только имело бы методологическое значение, но и позволило бы сделать аргументированные оценки временных интервалов, разделяющих сегодня моменты получения прорывного научного результата и его внедрения в производство с возникновением новой индустрии⁷.

Результаты выполненного нами мониторинга развития глобальной научно-технологической сферы позволяют говорить о том, что в период между 2008 и 2013 годами возникло несколько прорывных направлений, которые не только успели оформиться в устойчивые исследовательские тренды, но и привели к созданию технологической базы для производства продуктов нового технического уровня, способствовали формированию новых рынков. Ни одно из этих прорывных направлений в «Прогнозе—2025» предсказано не было, несмотря на то что это можно было сделать с использованием только наукометрических методов [Khan, Park, 2012; Vinkler, 2010; 2012; Lee, 2008; Granovsky, 2001; Van Raan, 1997; Leydesdorff, 1995]. Рассмотрим историю становления двух новых индустрий, не попавших в фокус «Прогноза—2025», но заявленных в «Прогнозе—2030» как «перспективные направления развития научно-технологического комплекса РФ на период до 2030 года».

История становления индустрии искусственных органов в Японии

В 2006 году, то есть за два года до создания «Прогноза—2025», в журнале *Cell* была опубликована статья Синья Яманака о возмож-

⁶ http://strf.ru/innovation.aspx?CatalogId=223&d_no=16855.

⁷ Отметим, что методология разработки долгосрочных прогнозов в России детально проанализирована в работе: [Куракова, Зинов, Цветкова, Ерёмченко, Голомысов, 2013. С. 34—41].

ности перепрограммирования взрослых клеток мыши в стволовые клетки [Takahashi, Yamanaka, 2006]. Статья сразу же попала в списки «горячего цитирования», другими словам — в категорию статей, набравших аномально большое количество цитат в течение двух лет после публикации. С этого момента начинается бурный рост исследовательской активности в данном направлении во всех странах развитой науки, что отражено в экспоненциальном росте публикационной активности. В 2012 году за «Открытие перепрограммирования „взрослых“ стволовых клеток в плюрипотентные» Синья Яманака получил Нобелевскую премию по медицине.

На период с 2008 по 2010 год приходится бурный рост патентной активности, что свидетельствует о принципиальной технологизируемости предлагаемых Яманака прорывных подходов. С 2012 года Япония становится лидером по количеству полученных патентов в области индукции плюрипотентности стволовых клеток и, судя по всему, вплотную подходит к решению задачи создания производственных технологий.

Подтверждением данного предположения является тот факт, что уже в 2013 году в Японии стартовал проект по созданию общенационального банка универсальных стволовых клеток неэмбрионального происхождения (iPS-клеток)⁸. Дорожная карта проекта предполагает накопление к 2015 году биоматериалов, не вызывающих отторжения у 20% населения Японии, для создания искусственных органов; к 2019 году — накопление биоматериалов для создания искусственных органов для 30—50% жителей Японии. В результате реализации национального проекта в 2023 году, как ожидается, примерно 80—90% населения Японии смогут рассчитывать на пересадку органов, выращенных из стволовых клеток созданного банка iPS-клеток.

Таким образом, с момента получения прорывного фундаментального результата до начала масштабного проекта по его индустриализации прошло всего семь лет (2006—2013 годы). Данное направление не вошло в «Прогноз—2025»: лишь в 2013 году оно было зафиксировано и включено в «Прогноз—2030» в качестве «долгосрочного приоритета технологического развития РФ до 2030 года». По существу, это означает, что произошла синхронизация по времени начала развития индустрии в стране-лидере со всего лишь началом стадии исследований в России (рис. 1).

Есть все основания предполагать, что в 2014 году в Российский научный фонд будут поданы десятки заявок на развитие такого «прорывного» направления, как «Исследование механизма и факторов перепрограммирования клеток», которое было включено в «Прогноз—2030» с опозданием на пять лет (через год после присуждения Нобелевской премии). В связи с этим возникает методологический вопрос — корректно ли данному «упущенному» на пять лет направлению присво-

⁸ ИТАР-ТАСС. 2013. 6 декабря. URL: <http://itar-tass.com/nauka/814785>.

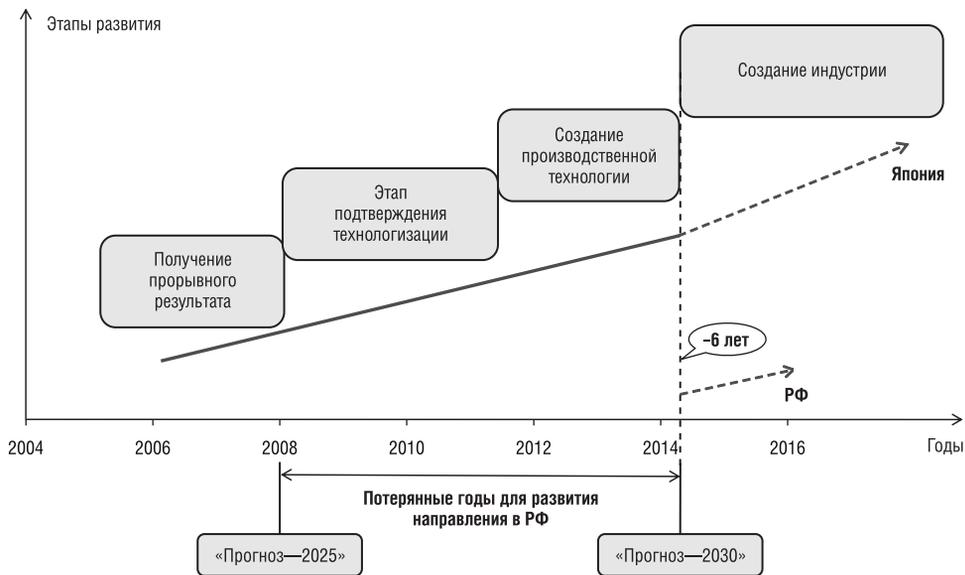


Рис. 1. Становление индустрии искусственных органов в Японии

ен статус «прогноза» и почему горизонтом его действия обозначен «период до 2030 года» — с учетом того обстоятельства, что старт новой индустрии в стране-лидере назначен на 2014 год?

История становления индустрии мемристорных микросхем и когнитивных компьютеров

Рассмотрим хронологию превращения в индустрию еще одного упущенного «Прогнозом—2025» прорывного исследовательского направления — мемристорных микросхем и когнитивных компьютеров (рис. 2).

В 2006 году Стэн Вильямс (Stan Williams), научный сотрудник компании *Hewlett-Packard*, получил мемристор, теоретическое предсказание появления которого было сделано еще в 1971 году [Chua, 1971]. В 2008 году *Hewlett-Packard* начала разработку технологии производства мемристоров, в результате которой были созданы принципиально новые системы, ставшие четвертым базовым элементом электронных схем. Уже в 2012 году, то есть через шесть лет с момента получения прорывного фундаментального результата, *Hewlett-Packard* объявляет о создании технологии для производства мемристоров. Компания обнародовала план коммерциализации разработки, предусматривающий выпуск новых устройств записи в память компьютера с 2014 года⁹.

В том же 2012 году направление трансформируется в технологию двойного применения: в рамках программы Агентства передовых оборонных исследовательских проектов Министерства обороны США

⁹ <http://www.computerra.ru/vision/591537/>.

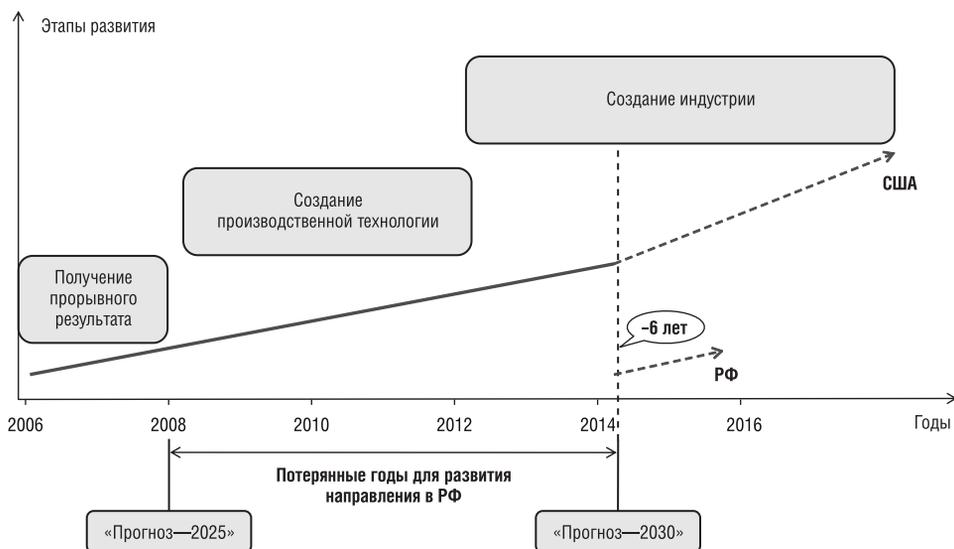


Рис. 2. Становление индустрии мемристорных микросхем и когнитивных компьютеров

(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA¹⁰) «Системы нейроморфной адаптивной пластической масштабируемой электроники» (Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics, SyNAPSE), исследовательские лаборатории проводят революционные разработки, которые откроют новую эру когнитивных компьютеров¹¹.

История развития направления в России вновь демонстрирует критическое отставание по времени. В изданном в 2008 году «Прогнозе—2025» направления «создание мемристорных микросхем», «когнитивные компьютеры» отсутствуют. И только в конце 2013 года — с опозданием на пять лет и через год после пресс-релизов компаний-лидеров о начале производства — это технологическое направление появляется в «Прогнозе—2030» в качестве радикального продукта «элементы электроники на базе мемристоров».

На фоне стремительного развития технологий хранения информации на основе мемристоров и начавшейся гонки за лидерство, в которую вступили крупнейшие зарубежные компании, в России появляются только первые сообщения о создании научных заделов. Так, мемристор на основе диоксида титана получен в 2012 году в рамках проекта по моделированию нейронных сетей мозга, осуществляемого Тюменским государственным университетом и ООО «ТАСО». Однако в том же 2012 году DARPA объявляет об отказе от использования мемристоров на основе диоксида титана и о переходе к производству резисторов с памятью на базе других соединений.

¹⁰ Описание принципов и моделей работы DARPA см. в: [Fuchs, 2010].

¹¹ DARPA SyNAPSE. Program Artificial brains. URL: <http://www.artificialbrains.com/>. См. также: [Srinivasa, Cruz-Albrecht, 2012].

Всего же на конец 2013 года в патентной базе *Orbit* по разработке технологий использования мемристивной памяти обнаружено лишь три патента РФ, в то время как патентов США — 144, Республики Корея — 99, Китая — 91, Японии — 64.

Как и в случае с технологиями перепрограммирования клеток и созданием индустрии искусственных органов, между появлением нового прорывного результата в виде мемристоров и основанием индустрии новых устройств для скоростной записи больших объемов информации, то есть появлением нового поколения компьютеров, прошло всего восемь лет. И вновь старт развития этого направления в России совпадает по времени с запуском производств в странах — технологических лидерах, а средства государственного бюджета расходуются «на создание центров прорывных исследований мирового уровня» по направлениям с критическим уровнем технологического отставания.

Особого внимания заслуживает и тот факт, что оба описанных выше направления развиваются как база для технологий двойного применения. Для подтверждения этого тезиса достаточно проанализировать проект DARPA SyNAPSE.

История становления индустрии новых технологических продуктов на основе оптогенетики

Анализ направлений, выделенных в «Прогнозе—2030» в качестве приоритетных, позволяет утверждать, что его создатели не выполнили оценки прогностической результативности «Прогноза—2025» и не внесли существенных изменений в используемую ими методологию технологического прогнозирования. В результате в начале 2014 года Правительством России как заказчиком исследования вновь был утвержден документ, в котором отсутствуют некоторые важнейшие направления технологического развития России.

Так, ни в «Прогнозе—2025», ни в «Прогнозе—2030» не выделен кластер нейротехнологий. Результаты проведенного нами многокритериального анализа показывают, что нейронауки возглавляют первую пятерку самых интенсивно развивающихся научных направлений большинства индустриально развитых стран и уже сегодня становятся технологической базой для роста боеспособности личного состава армии стран НАТО.

В ответ на этот технологический вызов в США в 2014 году начинается финансирование проекта BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) — «Исследования головного мозга с помощью инновационных нейротехнологий»¹². В Евросоюзе в 2013 году был дан старт проекту Human Brain Project (проект «Голов-

¹² Интернет-портал Национального института здоровья США. BRAIN Initiative. URL: <http://www.nih.gov/science/brain/index.htm>. См. также: [Insel et al., 2013].

ной мозг человека») с объемом финансирования в 1 млрд евро ежегодно в течение десяти лет¹³.

Королевское общество (Великобритания) еще в 2012 году опубликовало сенсационный доклад «Brain Waves Module 3: Neuroscience, conflict and security» («Волны головного мозга: неврология, конфликты и безопасность») о возможности использования технологий стимуляции мозга в интересах армии и спецслужб для улучшения обучаемости, лечения посттравматического стрессового расстройства или ослабления эффекта депривации сна (лишения сна, например в результате пыток или напряженной деятельности). В докладе отмечается, что технологии стимуляции мозга уже получили широкое распространение в армии и спецслужбах США¹⁴.

На фоне столь очевидного и динамично развивающегося тренда тот факт, что «лишь 9% опрошенных авторами „Прогноза—2030“ экспертов считают значимым развитие методов управления когнитивными функциями человека», выглядит труднообъяснимым. Как результат — критическое по возможным последствиям для научно-технологической сферы отсутствие нейронауки в числе приоритетных в разделе «Медицина и здравоохранение» «Прогноза—2030».

Мы попытались смоделировать возможные последствия развития отсутствующих в «Прогнозе—2030» направлений из предметной области наук о мозге, по которым к началу 2010 года уже были получены прорывные результаты с высоким потенциалом технологизации. Одним из таких направлений является оптогенетика. Хронологический анализ эволюции этого тренда представлен на рис. 3.

Первые публикации по оптогенетике появляются лишь в 2007—2008 годах и сразу же попадают в раздел высокого цитирования и во фронты исследований. В 2010 году журналы *Nature Methods* и *Science* [Method., 2010; Pastrana, 2010; Insights of the Decade, 2010] объявляют оптогенетику «направлением десятилетия». К этому году уже экспоненциально растет патентная активность, что демонстрирует высокий потенциал технологизируемости направления. Сегодня есть все основания полагать, что к 2016 году оптогенетика может стать технологической основой для лечебно-диагностических устройств нового поколения, а также для целого ряда новых медицинских услуг, то есть сформировать новые глобальные рынки.

В «Прогнозе—2030» оптогенетика в качестве приоритетного направления не упомянута, поэтому исследовательские коллективы России лишены возможности использовать этот документ для обоснования приоритетности этого направления при подаче заявок на гранты Российского научного фонда и ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического

¹³ Интернет-сайт «Human Brain Project». URL: <https://www.humanbrainproject.eu>.

¹⁴ Интернет-сайт Национальной научной академии Соединенного Королевства. Brain Waves Module 3, conflict and security. Royal Society report. 7 February 2012. URL: <http://royalsociety.org/policy/projects/brain-waves/conflict-security/>.

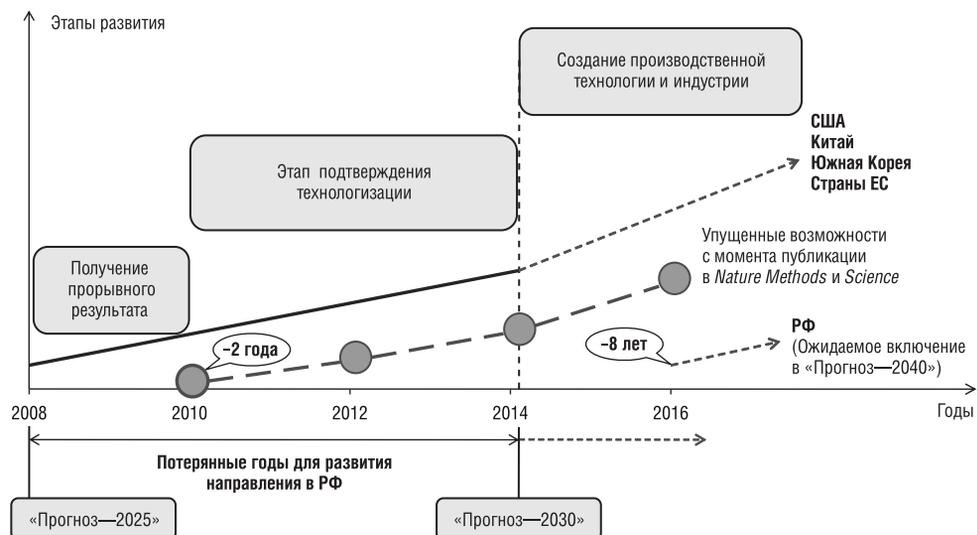


Рис. 3. Индустрия нового медицинского оборудования на основе оптогенетики

комплекса России на 2014—2020 годы» (утверждена постановлением Правительства РФ от 21 мая 2013 года № 426) (далее — ФЦП ИиР). А ведь именно в качестве инструмента приоритизации проектов для финансирования ФЦП ИиР был анонсирован документ «Долгосрочные приоритеты прикладной науки в РФ» [Гохберг, 2013], являющийся редакционной версией «Прогноза—2030».

2. Необоснованность оценки в «Прогнозе—2030» конкурентоспособности российских заделов на глобальном технологическом рынке

Аналитические возможности «Прогноза—2030» не всегда позволяют корректно оценивать конкурентные преимущества России по приоритетным научно-технологическим направлениям: результаты исследования [Куракова и др., 2014] указывают на неготовность российских промышленных компаний выполнять роль технологических драйверов — то есть активно внедрять новые технологии и успешно конкурировать на мировом рынке.

Так, одной из важнейших задач «Прогноза—2030», особенно в условиях замедления темпов экономического роста в России, была именно задача выделения технологий, которые в средне- и долгосрочной перспективе могут обеспечить технологический прорыв на ограниченном числе направлений и стать основой развития новых и традиционных индустрий. Перечень таких технологий предложен в рамках «Прогноза—2030». Данные направления определяют «наиболее перспективные области развития науки и технологий, обеспечивающие конкурентные преимущества страны» (см.: «Прогноз—2030». С. 2). Всего в документе выделены 46 «тематических областей научных

исследований», 224 «области заделных исследований» и 1063 «приоритета исследований и разработок».

Иными словами, главной целью «Прогноза—2030» было выделение технологий, радикально меняющих позиции России на глобальном технологическом рынке за счет конкурентных преимуществ тех заделов, которые созданы к настоящему времени в стране. Такая постановка задачи предполагает понимание степени разработанности заявленных в «Прогнозе—2030» направлений (научно-технологических заделов) в индустриально развитых странах, с которыми и предстоит конкурировать России и от которых ей предстоит уходить в «технологический отрыв». Однако эта оценка международной конкурентоспособности в документе отсутствует.

Между тем, как нам представляется, для прогнозирования научно-технологических перспектив России первостепенное значение имел бы анализ заделов индустриально развитых стран, для которых перечень всех 46 «тематических областей научных исследований», судя по данным, приведенным ниже, был доступным для принятия решений еще за пять-десять лет до опубликования «Прогноза—2030».

Для анализа заделов индустриально развитых стран мы рассмотрели рейтинги топ-10 и топ-30 патентообладателей по каждому из 46 перспективных направлений научно-технологического развития России, по версии авторов «Прогноза—2030». Исследование проводилось с использованием патентной базы Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO), которая отражает статистику не только по выданным в странах патентам, но и по международным заявкам на патенты. Это обстоятельство важно именно для новых прорывных направлений научно-технологического развития, поскольку, как будет показано ниже, чем более динамично происходит технологизация исследовательского направления, тем выше доля заявок среди патентных документов.

Как следует из данных WIPO, по всем тематическим областям, выбранным в России в качестве направлений технологического развития, зарубежные промышленные компании уже обладают максимальным количеством патентных документов (входят в число топ-10 патентообладателей). По целому ряду тематических областей, таких как «конструкционные и функциональные материалы», «глубокая переработка органических топлив», «интеллектуальные энергетические системы будущего», «новые материалы и катализаторы для энергетики будущего», «развитие единого транспортного пространства», «лесные биотехнологии», «аквабиоккультура» и многим другим, зарубежные промышленные компании занимают не только все позиции в рейтинге топ-10 патентообладателей, но и до 90% позиций в рейтинге топ-30 и топ-50.

В этой связи не может не вызывать озабоченности тот факт, что ни одна российская компания не вошла не только в топ-10, но и в топ-50 обладателей патентов ни по одному из 46 приоритетных направлений

технологического развития страны. В редких случаях единственной категорией представителей России в приведенных рейтингах выступали физические лица.

О чем свидетельствует эти данные? Сам факт обладания крупными промышленными компаниями мира большим количеством действующих патентов говорит о том, что они не только проводили мониторинг трендов развития глобальной научно-технологической сферы, но и активно поддерживали исследования по всем отмеченным перспективным направлениям. Вероятнее всего, крупные промышленные компании мира инфраструктурно уже готовы к производству новых высокотехнологичных рыночных продуктов: известно, что скорость превращения результатов прорывных исследований в прототип рыночного продукта в формате корпоративных НИОКР существенно выше, чем в случае выполнения НИР с его последующей коммерциализацией в стенах университетских лабораторий. Поэтому факт отсутствия российских высокотехнологичных компаний в рейтинге топ-30 по всем 46 направлениям формирования опережающего научно-технического задела России свидетельствует о проблематичности достижения такого опережения в среднесрочной перспективе.

Этот вывод справедлив и для более детализированных 224 «областей заделных исследований», выделенных в «Прогнозе—2030». Так, в качестве одной из областей нами были выбраны «Методы безопасной консервации и хранения клеточных продуктов». Стабильность динамики патентования в этой области (постепенный рост с 16 патентов в 1990 году до 150 патентов в 2012 году, по данным *Orbit* на 20 октября 2013 года) подтверждает факт сформированного и динамично восходящего научно-технологического тренда. Однако важно учитывать, что темпы развития данного направления в странах-конкурентах существенно выше, чем в России: Китай в 2009—2012 годы имел полуторакратный ежегодный прирост числа патентов в данной области, США получают по 50 патентов в год, начиная с 2002 года, а Япония — примерно по 40 патентов в год.

Анализ топ-50 патентообладателей дает следующие результаты: среди них 45 — крупные промышленные компании, а рейтинг возглавляют 9 крупных промышленных корпораций, в том числе: *Mitsubishi* — 20 патентов, *Hitachi* — 20 патентов, *Agensys* — 10 патентов (по данным *Orbit* на 20 октября 2013 года). Российские патенты по тематике «безопасная консервация и хранение клеточных продуктов» составляют 4,26% от общего числа действующих патентов в мире, причем 36% патентов РФ принадлежат зарубежным заявителям. За пределами России получен всего 1 патент (в Австралии в 2001 году) и поданы лишь 3 международных заявки, но по ним не были получены патенты. По исследуемой теме практически невозможно выделить какую-либо российскую организацию или физическое лицо в качестве технологического драйвера — патенты распределены по одному между патентообладателями.

Когда в 2000 году небольшая американская биотехнологическая компания *Celera Genomics* заявила о завершении проекта по расшифровке генома человека¹⁵ и фактически опередила интернациональную команду трехмиллиардного международного мегапроекта, начатого в 1990 году, этот факт был воспринят академическим сообществом как не более чем случайность. Однако, по нашему мнению, это событие ознаменовало принципиальную смену парадигмы, согласно которой университеты иницируют и осуществляют первые этапы фундаментальных исследований, а компании быстро доводят их до стадии завершения и применения.

Полученные нами данные дают основание говорить о том, что сегодня промышленные компании становятся равноправными, а иногда и ключевыми участниками процесса генерации прорывного знания. Именно они постановкой четкой поисковой задачи, целевым финансированием, жестким менеджментом научных проектов актуализируют тематику фундаментальных исследований и ускоряют процесс вызревания технологий на их основе. Представляется важным отметить значение самого корпоративного формата исследовательского проекта компаний, главными чертами которого являются:

- конечная цель — получение прототипа рыночного продукта (а не отчета или презентации);
- жесткие временные рамки (1—3 года) вместо программ исследований, рассчитанных на 5—10 лет, столь распространенных в российской академической среде;
- значительные объемы финансирования проектов (5—10 млн долл.);
- отсутствие этапа создания специальной инфраструктуры для проекта;
- широкое распространение практики аутсорсинга при выполнении отдельных этапов проекта.

В подтверждение указанного тезиса проанализируем данные отчета Европейского патентного общества (ЕРО) о количестве поданных заявок на патенты в 2013 году¹⁶. В отчете отмечено, что наибольшая доля заявок на патенты (65,5%) принадлежит крупным промышленным компаниям (*large enterprises*), в то время как на долю университетов приходится всего около 6% заявок. Отметим, что от имени Российской Федерации в 2013 году было подано всего 232 заявки по всем предметным областям ЕРО. В расчете на 1 млн жителей по количеству поданных заявок Россия находится на сопоставимом уровне с такими странами, как Малайзия, Уругвай, Панама и Мозамбик. Среди ведущих 25 заявителей на патенты ЕРО первое место занимает компания *Samsung*, за которой следуют *Siemens* и *Philips*.

¹⁵ [Gisler et al., 2011; Huang, Murray, 2010]. См. также: интернет-портал BBC News | SCI/TECH | Human gene patents defended. URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/487773.stm>.

¹⁶ Интернет-сайт Европейского патентного офиса: <http://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/annual-report/2013/statistics-trends/applicants.html>.

Выше мы рассмотрели существующие проблемы в российской системе управления технологическим развитием на стадии отбора приоритетных направлений исследований и разработок. Однако только факта выбора действительно приоритетного научно-технологического направления недостаточно — в стране должны быть ресурсы и возможности для доведения этого приоритета до коммерческой стадии и последующего создания нового рынка. В этой связи представляется важным объективно оценить конкурентоспособность России с точки зрения возможностей секторов науки (прежде всего наличия требуемого корпуса специалистов) и бизнеса (прежде всего крупных компаний с государственным участием) по коммерциализации действительно прорывного приоритета.

3. Пробелы кадрового обеспечения реализации приоритетов

Отсутствие реакции отечественной сферы науки и образования на обозначенные в «Прогнозе—2025» приоритеты технологического развития страны наглядно иллюстрирует пример по формированию кадрового потенциала России в области биоинженерной науки.

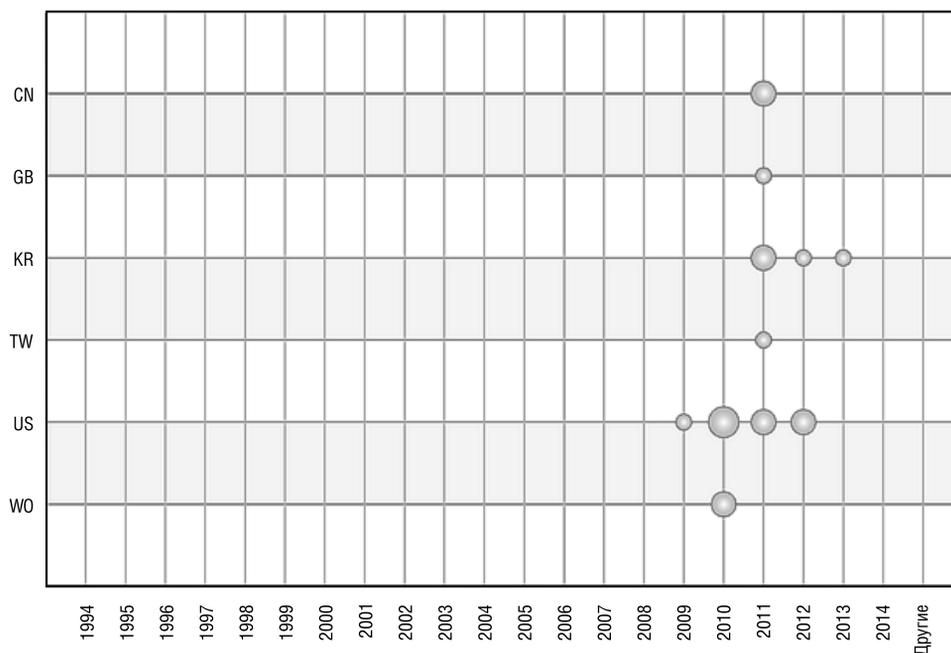
В разделе 4.1.2.2 «Прорывные технологии и перспективные инновации для России, способные внести существенный вклад в решение важнейших социальных проблем» «Прогноза—2025», утвержденного Правительством России еще в 2008 году, было выделено направление «Биоинженерия тканей с последующей трансплантацией, реконструкцией утраченных тканей, восстановлением функций поврежденных органов и тканей». Отнесение биоинженерии (*cell&tissue engineering*) к числу наиболее перспективных исследовательских направлений абсолютно оправданно — неуклонно возрастает и исследовательская активность в странах — технологических лидерах, и патентная активность, что позволяет сделать предварительный вывод о высоком потенциале индустриализации полученных результатов. Однако по прошествии шести лет с момента утверждения «Прогноза—2025» и по состоянию на конец 2013 года ни в одном из 62 медицинских университетов России, а также ни на одном медицинском факультете университетов не была начата подготовка специалистов в области тканевой инженерии. Счастливым исключением представляет лаборатория тканевой инженерии, созданная в Кубанском медицинском университете при активном участии частного фонда.

За упущенные шесть лет доля российских публикаций по тканевой инженерии, проиндексированных в WoS, упала до 0,22% от мирового числа статей, а доля патентов составляет сегодня менее 0,5%. Количество патентов, в которых в качестве патентообладателей значатся граждане РФ, почти на два порядка меньше, чем у страны-лидера (1040 патентов у заявителей из Китая против 13 патентов российских заявителей). Более того, всего Роспатент выдал 37 патентов по тканевой инженерии, но 24 из них (70%) принадлежат зарубежным заявителям, то есть даже

на территории России российских исследователей теснят представители индустриально развитых стран. Особо хочется подчеркнуть, что это же направление и в 2013 году вновь было выделено «Прогнозом—2030» в качестве одного из «перспективных направлений исследований для формирования опережающего научно-технического задела».

В отличие от России в индустриально развитых странах наблюдается четкая взаимосвязь между стратегическими планами развития научно-технического комплекса и созданием национального корпуса специалистов с новыми компетенциями. По данным Национального научного фонда США, за период с 2000 по 2010 год корпус национальных биомедицинских инженеров в Соединенных Штатах вырос на 370%, а в Российской Федерации его еще только предстоит создать.

Скорость реагирования на новые научно-технологические тренды в университетах стран молодой науки иллюстрирует рис. 4. На нем представлена динамика патентования (с разбивкой по годам) по оптогенетике в различных странах мира. Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что весьма ограниченное число стран успело к настоящему времени развернуть активные исследования и получить патентоспособные (то есть соответствующие требованиям на получение патента) результаты по этому перспективному направлению. Абсолютным лидером среди исследовательских центров на дан-



Примечание. CN — Китай, GB — Великобритания, KR — Республика Корея, TW — Тайвань, US — США, WO — остальной мир.

Источник: Orbit, данные на 14 января 2014 года.

Рис. 4. Распределение патентов по оптогенетике по странам, за которыми закреплен патент, и по годам подачи первой заявки на данный патент

ный момент является Стэнфордский университет. Однако уже через три года (в 2011 году) в роли его преследователей выступают университеты Южной Кореи, Китая и Великобритании. Представляется маловероятным, что исследователи Южной Кореи и Китая практически одновременно со своими коллегами из Стэнфорда получили прорывной результат, но они практически мгновенно на него отреагировали.

На фоне этого примера процесс обновления исследовательских стратегий и образовательных программ в России выглядит крайне инерционным, не сфокусированным на прорывных направлениях глобальной науки, что является, с нашей точки зрения, еще одним критическим фактором развития научно-технологической и инновационной сферы нашей страны.

4. Приоритеты долгосрочных прогнозов и стратегии научно-технологического развития крупных российских компаний

В отсутствие четких поисковых задач со стороны российских промышленных компаний отечественный сектор генерации научного знания демонстрирует инерционность, которая может стать критическим фактором при решении задачи завоевания технологического лидерства.

В начале января 2011 года в соответствии с перечнем поручений Президента России госкорпорации и компании с госучастием были обязаны разработать программы инновационного развития (далее — ПИР). Предполагалось, что формирование ПИР будет осуществляться «с учетом приоритетов государственной научно-технической и инновационной политики и содержать комплекс мероприятий, направленных на разработку и внедрение новых технологий, инновационных продуктов и услуг, соответствующих мировому уровню, а также на инновационное развитие ключевых отраслей промышленности Российской Федерации»¹⁷. В 2012 году агентством «Эксперт РА» был проведен анализ 16 ПИР¹⁸. Результатом исследования стал вывод о том, что в госкорпорациях добывающего сектора и машиностроения ощущается дефицит прорывных проектов, практически ни одна ПИР не предусматривает каких-то прорывных решений. Однако уже в 2014 году, то есть через четыре года после задания разработать ПИР, перед госкорпорациями и компаниями с госучастием вновь ставится задача, теперь уже на основе «Прогноза—2030», сформировать стратегии и инновационные программы, приоритетами которых остаются те же самые направления: энергоэффективность, ИТ, космос, биомедицина.

¹⁷ Рекомендации по разработке программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (утверждены решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 года, протокол № 4). URL: <http://innovation.gov.ru/sites/default/files/documents/2014/13015/2699.pdf>.

¹⁸ Эксперт РА. Проект «Русские инновации». URL: http://www.raexpert.ru/project/rus_inno/2012/resume/.

Поскольку промышленные компании России не раскрывают стратегий своих исследовательских программ, направленных на достижение технологического лидерства и повышение конкурентоспособности, мы выполнили анализ их патентных стратегий. Отметим, что патентная информация является наиболее часто используемым для целей конкурентной и технологической разведки сегментом научно-технологической информации, поскольку патентование подразумевает процесс вынужденного раскрытия векторов технологического развития компаний и их видения новых рынков для реализации своей продукции.

Инструментом для оценки патентных стратегий предприятий ключевых отраслей промышленности (среди крупнейших по объему капитализации компаний России¹⁹) была выбрана патентная база данных *Orbit*. Поиск патентов осуществлялся по полю «патенто-обладатель», при этом запросы включали только названия компаний, что могло дать незначительные погрешности, которые не являются критическими. Результаты выполненного анализа позволяют говорить о том, что патентная активность российских компаний недостаточна для повышения конкурентоспособности отечественной промышленности.

Так, первые позиции в рейтинге компаний — лидеров РФ по объему капитализации в последние годы стабильно занимает ОАО «Газпром». По данным *Orbit*, на 17 февраля 2014 года общее количество патентов по запросу ((gazprom+)/PA/OWR) — 1205, из которых более 99% (1198 патентов) являются патентами России. Примечательно, что соотношение действующих патентов к недействующим составляет 5,8:4,1, то есть на каждые три действующих патента приходится два недействующих. Таким образом, у ОАО «Газпром» фактически имеется только 640 действующих патентов. Остальные патенты либо аннулированы по различным причинам (355), либо прекратили свое действие или в связи с окончанием срока (95), или по иным причинам (3).

Анализ концепций запатентованных технических решений, представленных в патентной базе данных *Orbit*, не дает возможности выделить ни одного направления, выбранного компанией в качестве ключевого. Расшифровка концепций демонстрирует разновекторность исследовательских стратегий, разобщенность запатентованных технических решений, отсутствие нацеленности на решение актуальных технологических задач. Ни в одном тематическом направлении не заметно более одного запатентованного технического решения. В целом это свидетельствует о высокой неопределенности видения исследовательскими и проектными подразделениями «Газпрома» дальнейшего технологического развития компании, связанного с поиском перспективных технологий.

¹⁹ Эксперт ПА. URL: <http://www.raexpert.ru/ratings/expert400/2013/part03/p07/>.

Также информацию об основных направлениях патентования в достаточно полной степени дает перечень основных групп Международной патентной классификации (МПК), которыми для ОАО «Газпром» являются:

- E21В 43/00 — способы или устройства для добычи нефти, газа, воды, растворимых или плавких веществ или полезных ископаемых в виде шлама из буровых скважин (16,1%);
- E21В 33/00 — уплотнение или изоляция (тампонаж) буровых скважин (13,4%);
- C09К 8/00 — составы для бурения скважин; составы для обработки буровых скважин, например для отделочных или восстановительных работ (12,6%).

Все коды МПК массива патентов ОАО «Газпром» соответствуют лишь основным направлениям деятельности компании. Никаких признаков диверсификации исследовательских направлений не обнаружено. По состоянию на февраль 2014 года от ОАО «Газпром» подано и находится на рассмотрении в патентных ведомствах разных стран только 4 заявки.

Для сравнения приведем некоторые данные по патентной стратегии одного из мировых нефтегазовых гигантов — *Exxon Mobil*. В марте 2013 года эта компания занимала вторую позицию в глобальном рейтинге компаний по объему рыночной капитализации (404 млрд долл.)²⁰, что примерно в четыре раза больше капитализации ОАО «Газпром».

Общее количество патентов в базе данных *Orbit*, найденное по запросу ((*Exxon W Mobil*)/PA/OWR OR (*ExxonMobil*)/PA/OWR), составляет 28 697 документов. Компанией *Exxon Mobil* получено в 40 раз больше патентов, чем ОАО «Газпром», в том числе более 17 тыс. патентов США, 8847 патентов Канады, 5698 патентов Европейского патентного ведомства, 5585 патентов Германии, 5556 международных заявок по системе Договоров о патентной кооперации (РСТ — Patent Cooperation Treaty) и 378 патентов России. Обращает на себя внимание тот факт, что в то время как ОАО «Газпром» перестал поддерживать 355 патентов РФ, то есть прекратил правовую охрану целого ряда технологических решений на территории России, компания *Exxon Mobil* получила 378 патентов РФ.

В отличие от ОАО «Газпром» концепции запатентованных технических решений *Exxon Mobil* имеют выраженные технологические цели, отражающие четкие стратегические направления развития компании. Если в патентном портфолио ОАО «Газпром» невозможно выделить ни одного ключевого технологического направления, то в *Exxon Mobil* каждое направление исследований закрывается десятками, а в некоторых тематических областях сотнями патентов, что позволяет ком-

²⁰ PWC. Global Top 100 Companies by market capitalisation. An IPO Centre publication. URL: <http://www.pwc.com/gx/en/audit-services/capital-market/publications/assets/document/pwc-top-100.pdf>.

пании доводить разработанные технологии до стадии безопасного использования одновременно в различных странах мира.

Анализ патентных портфелей других российских компаний — лидеров по объемам капитализации также не выявляет стратегий, направленных на достижение высокого уровня конкурентоспособности на мировых рынках. У компании ОАО «НК Роснефть» (поисковый образ в базе данных *Orbit*: ((rosneft+)/PA/OWR)) всего 50 патентов РФ, лишь 44% из которых — действующие, при этом нет ни одного зарубежного патента. Из 114 патентов ОАО ГМК «Норильский никель» (поисковый образ в базе данных *Orbit*: (((noril+ and nikel+) or (noril+ gornomet+) or (Noril'skij nikel))/PA/OWR)) лишь 4 являются действующими.

Все вышеизложенное дает основание вновь вернуться к проблеме формализации векторов научно-технологического развития страны. На фоне полученных показателей патентных стратегий отечественных компаний все их заявления о «росте интереса к НИОКР и внедрению инноваций» выглядят несколько декларативно.

Еще одним показателем ограниченных возможностей российских компаний выступить в качестве ключевого участника процесса реализации «Прогноза—2030» являются объемы инвестиций, выделяемые на НИОКР. Так, например, за первое полугодие 2013 года предприятия фармацевтической промышленности РФ с кодом по ОКВЭД 24.4: «Производство фармацевтической продукции» осуществили инвестиции в объекты интеллектуальной собственности, на НИОКР и технологические работы в размере 754 млн руб., что в пересчете на весь 2013 год составляет около 47 млн долл. Для сравнения, только одна фармацевтическая компания *Novartis* в 2013 году инвестировала в исследования и разработки 9,3 млрд долл. (16,5% от дохода)²¹.

Отмечая несопоставимость объемов инвестиций в исследовательские проекты отечественных и зарубежных компаний, подчеркнем то важное обстоятельство, что даже незначительные по сравнению с зарубежными корпоративные средства на НИОКР в России имеют тенденцию к снижению, в то время как зарубежные компании из года в год увеличивают объемы средств, выделяемых на технологические разработки.

5. Проблема утечки новейших технологий за рубеж

В отсутствие спроса на прорывные результаты со стороны отечественных предприятий промышленного сектора российские научные коллективы, получившие прорывные, конкурентоспособные результаты, передают их зарубежным компаниям.

Показателен в этом смысле анализ фактов, изложенных в пресс-релизе компании «АстраЗенека Россия» от 9 февраля 2014 года²².

²¹ Полный список компаний — лидеров по объемам затрат на исследования и разработки см.: The 2013 Global Innovation 1000, 2013.

²² Интернет-сайт Биофармкластера «Северный». URL: <http://pharmcluster.ru/pharma-news-russia/1308-astrazeneka-rossiya-ob-yavila-o-novom-partnerstve-v-oblasti-bioinformatiki.html>.

Компания объявила, что заключила соглашение с Лабораторией алгоритмической биологии Санкт-Петербургского Академического университета РАН. «В рамках сотрудничества будут разрабатываться новые вычислительные и алгоритмические подходы к анализу данных, полученных при помощи методов нового поколения секвенирования (расшифровки) геномов», то есть по одному из направлений, обозначенных в «Прогнозе—2030» как направление научно-технологического развития РФ. Лаборатория алгоритмической биологии была создана в 2011 году на базе Санкт-Петербургского Академического университета РАН в рамках первой волны «мегагрантов» от Министерства образования и науки РФ, то есть на бюджетные инвестиции, выделенные для создания конкурентоспособных научных заделов в РФ. И судя по тому, что «недавно проведенное Университетом Джона Хопкинса (Мериленд, США) сравнение ведущих геномных ассемблеров показало, что SPAdes²³ демонстрирует один из лучших результатов среди конкурентов. SPAdes является первым российским брендом в биоинформатике», — лаборатории это удалось.

Из пресс-релиза «АстраЗенека Россия» следует, что «ученые из Лаборатории алгоритмической биологии в тесном сотрудничестве с коллегами из глобальных научно-исследовательских подразделений компании «АстраЗенека» в США и в Великобритании будут работать на проектах, связанных с разработкой противоопухолевых и антиинфекционных лекарств. Работа российских ученых будет... способствовать разработке персонализированных подходов к лечению пациентов, страдающих жизнеугрожающими заболеваниями».

Таким образом, с одной стороны, реализующиеся программы инновационного развития российских компаний не предусматривают каких-либо прорывных решений. С другой стороны, когда в России на средства государственного бюджета (но не самих компаний) такие прорывные результаты удается получить, то, как можно видеть из описанного примера с «АстраЗенека», они не используются российскими компаниями и передаются прямым конкурентам РФ в борьбе за новые рыночные ниши. Причем передаются в форме выполнения заказанных результатов исследований и разработок, которая не предполагает оплату ранее выполненных работ.

6. «Прогноз—2030» — путеводитель по «проигранным сражениям»

Таким образом, в настоящее время качество прогнозирования развития сферы науки и технологий в России не отвечает масштабу стоящих перед нашей страной задач и вызовов.

«Прогноз—2030» во многом представляет собой лишь обзор сформировавшихся научно-технологических направлений, которые были

²³ Разработанный сотрудниками Лаборатории алгоритмической биологии геномный ассемблер.

положены в основу стратегий развития ведущих промышленных компаний мира еще пять-десять лет тому назад. На момент подготовки настоящей статьи по всем 46 направлениям перспективных исследований, выделенным в качестве приоритетных в «Прогнозе—2030», зарубежными компаниями завершены поисковые исследования, результаты находятся под защитой многочисленных патентов, на базе которых реализованы первые разработки прототипов продуктов для новых рыночных ниш [Куракова и др., 2014]. В связи с указанными обстоятельствами достижение Россией технологического лидерства в рамках направлений перспективных исследований, отмеченных в «Прогнозе—2030», представляется крайне маловероятным.

Важно отметить также и тот факт, что «Прогноз—2030» не дает и исчерпывающе полного обзора всех новых научно-технологических направлений, оформившихся в устойчивые и бурно развивающиеся тренды к концу 2013 года. Аналогичные проблемы были характерны и для «Прогноза—2025», в рамках которого не были выделены важнейшие прорывные научно-технологические направления, получившие бурное развитие в период 2008—2012 годов (технологии перепрограммирования стволовых клеток, электронные устройства на основе мемристоров, 3D-биопринтинг органов человека и др.).

Включение указанных направлений в «Прогноз—2030» представляется несвоевременным, отставание от глобальной границы технологических возможностей (и прежде всего границы технологических возможностей развитых стран) составляет порядка шести-восьми лет. При современных темпах развития глобальной научно-технологической сферы данное преимущество является достаточным не только для захвата технологического лидерства, но и зачастую для установления монопольного контроля на рынках продукции, созданной на базе новых технологий, в силу действующих в мире институтов патентной защиты. Важно подчеркнуть отсутствие в России промышленных компаний — технологических лидеров (технологических драйверов) по полному перечню действительно перспективных технологий, выделенных в рамках «Прогноза—2030».

В целом приведенные выше примеры свидетельствуют о том, что сейчас необходимы не точечные меры, а радикально новая парадигма научно-технологической политики в России, основанная на принципиально иной методологии научно-технологического прогнозирования, чем использовавшиеся ранее «Прогноз—2025» или «Прогноз—2030».

7. Выводы и рекомендации

Современный характер развития мирового сектора науки и технологий является вызовом самой парадигме долгосрочного прогнозирования, которая лежит в основе нынешней научно-технологической политики в России. Мы видели, что период между первой публика-

цией прорывного результата до присуждения авторам Нобелевской премии и началом формирования новых рыночных ниш сократился до шести-десяти лет²⁴.

Такая высокая скорость освоения результатов новых исследований и разработок обусловлена в частности тем, что, как мы показали ранее, сегодня промышленные компании становятся не только равноправными, но в ряде научных направлений ведущими участниками процесса создания новых фундаментальных и прикладных знаний. Эффективность самого формата корпоративных НИОКР обуславливает тот факт, что скорость превращения результатов исследований в прототип рыночного продукта в формате корпоративных НИОКР существенно выше, чем в случае выполнения и коммерциализации результатов НИР в стенах университетских лабораторий.

Всё возрастающая скорость технологизации новых научно-технологических решений и последующего формирования на их основе новых рынков и рыночных ниш, сокращение критического срока отставания от границы технологических возможностей лидера до шести-восьми лет выдвигают, по нашему мнению, на первый план задачи организации научно-технологического мониторинга и научно-технологической экспертизы. Научно-технологический мониторинг предполагает выявление новых перспективных направлений развития глобальной научно-технологической сферы в краткосрочной перспективе на основе наукометрического (библиометрического и патентного) анализа, а также целого ряда других критериев. Научно-технологическая экспертиза представляет собой использование экспертами данных научно-технологического мониторинга при отборе наиболее перспективных проектов, которые могут в краткосрочной перспективе стать основой для развития новых индустрий.

При такой постановке вопроса на первый план выходит задача разработки эффективной в условиях динамизма мировой научно-технологической сферы методологии научно-технологического мониторинга и научно-технологической экспертизы, которые должны стать важнейшими инструментами научно-технологической политики «быстрого реагирования» (см. подробнее: [Куракова и др., 2014]).

В наши дни наблюдается взрывной рост объемов и темпов накопления человечеством научного и технологического знания. На конференции FutureMed, проходившей в Силиконовой долине в январе 2013 года, отмечалось, что сегодня во многих областях науки наблюдается переход от линейного к экспоненциальному росту знаний и технологий²⁵. Только за последние три года (2010—2012 годы) человечество произвело информации больше, чем за всю историю своего существования до 2008 года. Для решения задач описания и анализа

²⁴ Этот тезис был подробно проиллюстрирован выше на примере становления отрасли искусственных органов в Японии.

²⁵ FutureMed 2013 Conference. URL: <http://exponential.singularityu.org/medicine/>.

динамичного, взрывообразно разрастающегося процесса накопления научных знаний все большее значение приобретает использование арсенала созданных в последние годы автоматизированных сервисов. Извлечение из сверхбольших объемов структурированных и неструктурированных данных информации для актуализации научно-технологических приоритетов в условиях жестких ограничений по времени открывает новые возможности применения ранее недоступных методов для администрирования национальной науки. Эффективная методология проведения научно-технологического мониторинга глобальной научно-технологической сферы, по нашему убеждению, предполагает расширенное использование методов и инструментов *Big Data* при анализе научных и технологических тенденций с целью получения объективных (количественных) суждений (о публикационной, цитатной, патентной и другой активности) для обоснования перспектив развития технологий. В противном случае — экспертиза носит субъективный характер, основывается на мнении отдельно взятого эксперта, зачастую обусловленном его личными интересами. Аналитические сервисы, в частности *SciVal Spotlight*, ориентированные на выявление прорывных исследований ведущих научных центров мира, уже выделяют более 136 тыс. научных направлений, уровень специализации которых чрезвычайно высок²⁶. Очевидно, что задача экспертного отбора наиболее перспективных направлений науки и технологий в настоящее время качественно усложнилась.

В 2012 году Национальный научный фонд США профинансировал (в объеме 10 млн долл.) проект, направленный на «развитие ключевых научно-технологических подходов к управлению, анализу, визуализации и сбору информации из объемных, распределенных и гетерогенных источников, что позволит ускорить процесс научных открытий и инноваций; привести к появлению новых областей исследований и решить задачи, с которыми ранее не удавалось справиться; разработать новые аналитические инструменты и алгоритмы; облегчить создание доступной и устойчивой инфраструктуры данных; что будет способствовать более глубокому пониманию человеческих и социальных процессов и взаимодействий, а также экономическому росту и улучшению здоровья и качества жизни. Полученные новые знания, методы, инструментарий и инфраструктура обеспечат прорывные открытия и инновационное развитие науки, техники, медицины, образования и национальной безопасности и тем самым заложат фундамент для обеспечения конкурентоспособности США на многие десятилетия вперед»²⁷.

Данная инициатива является важной частью долгосрочной государственной стратегии для работы с *Big Data* в национальном масштабе.

²⁶ <http://www.spotlight.scival.com/>.

²⁷ NSF. Critical Techniques and Technologies for Advancing Big Data Science & Engineering (BIGDATA). URL: http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=504767.

В марте 2012 года администрация президента Обамы объявила, что она инвестирует в инициативу по разработке систем для «извлечения полезного опыта из крупных и сложных массивов цифровых данных» 200 млн долл.²⁸ Новый проект дополнил программу XDATA оборонного научного агентства DARPA стоимостью 60 млн долл. в год, которая предназначена для автоматизированного интеллектуального анализа больших объемов неструктурированных данных различного характера. Отметим, что анализ экспертных процедур, разработанных и используемых для конкурсного отбора проектов в Республиканском исследовательском научно-консультационном центре экспертизы (РИНКЦЭ), в дирекциях федеральных целевых программ, в РФФИ, в технологических платформах, в ОАО «РОСНАНО», в грантовом комитете Фонда «Сколково», показал, что подобное информационное обеспечение работы эксперта не осуществляется.

В заключение считаем необходимым подчеркнуть, что научно-технологическая политика «быстрого реагирования» не предполагает попытки заменить труд ученого-эксперта работой вычислительных алгоритмов: мы считаем, что сделать это невозможно. Роль ученого-эксперта в определении приоритетных направлений научных исследований продолжает оставаться ключевой. Однако в условиях экспоненциально разрастающегося потока научно-технической информации эксперт, не обеспеченный вычислительными системами и алгоритмами, позволяющими обрабатывать огромные массивы данных, неминуемо будет уступать эксперту, в руках которого находится система поддержки принятия решений в сфере науки и технологий — своего рода «технологический телескоп».

В этой связи выполнение очередного цикла долгосрочного прогнозирования научно-технологического развития до 2040 года, обсуждение запуска которого началось в НИУ ВШЭ на заседании Межведомственной комиссии по технологическому прогнозированию президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России²⁹, представляется нам целесообразным прежде всего для получения самого общего представления о картине современной науки. Этот инструмент, агрегирующий экспертное мнение, должен быть дополнен более точным инструментом — автоматизированной системой поддержки экспертизы конкретного проекта, основанной на технологиях группы *Big Data* и позволяющей улавливать самые слабые сигналы на самых ранних стадиях появления и эволюции прорывных результатов — практически в режиме реального времени. Это позволит гибко и своевременно дополнить общее видение развития мировой науки на макроуровне, которое обеспечивает действующая в России система долгосрочного прогнозирования,

²⁸ Office of Science and Technology Policy Executive Office of the President. 2012. March 29. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/big_data_press_release_final_2.pdf.

²⁹ http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=77407#.U1luvvl_tqA.

системой поддержки принятия оперативных решений, работающей на микроуровне (отдельные проекты, фронты исследований). В этом плане предлагаемая нами модель научно-технологической политики «быстрого реагирования» и действующий инструментарий долгосрочного прогнозирования взаимно дополняют друг друга, повышая точность и достоверность выводов и рекомендаций.

Реализация мер научно-технологической политики «быстрого реагирования» (научно-технологический мониторинг и краткосрочный прогноз, научно-технологическая экспертиза конкретных проектов и автоматизированная система информационного обеспечения эксперта, оперативное управление развертыванием исследований по направлениям, по которым Россия еще не критически отстает от лидеров, включая экстренное формирование отечественного корпуса специалистов с набором новых компетенций и др.) позволит не только обеспечить развитие в России важнейших направлений научных исследований и разработок, в том числе критически важных с точки зрения национальной безопасности, но и ускорит создание в нашей стране новых высокотехнологичных отраслей экономики.

Список литературы

1. Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России / под ред. Л. М. Гохберга. Москва: НИУ ВШЭ, 2013. — 120 с.
2. Куракова Н. Г., Зинов В. Г., Цветкова Л. А., Ерёмченко О. А., Голомысов В. С. Актуализация приоритетов научно-технологического развития России: проблемы и решения. М.: Дело, 2013. — 80 с.
3. Куракова Н. Г., Зинов В. Г., Цветкова Л. А., Ерёмченко О. А., Комарова А. В., Комаров В. М., Сорокина А. В., Павлов П. Н., Коцюбинский В. А. Национальная научно-технологическая политика «быстрого реагирования»: рекомендации для России (аналитический доклад). М.: Дело, 2014. — 160 с.
4. Куракова Н. Г., Цветкова Л. А., Ерёмченко О. А. Наукометрические параметры российской экономической науки: общее состояние и оценка диссертационных советов // Вопросы экономики. 2013. № 12. С. 129—146.
5. Chua L. O. Memristor. The missing circuit element // IEEE Transactions on Circuits Theory. 1971. Vol. 18. No 5. P. 507—519.
6. Fuchs E. R. H. Rethinking the role of the state in technology development: DARPA and the case for embedded network governance // Research Policy. 2010. Vol. 39. No 9. P. 1133—1147.
7. Gisler M., Sornette D., Woodard R. Innovation as a social bubble: The example of the Human Genome Project // Research Policy. 2011. Vol. 40. No 10. P. 1412—1425.
8. Granovsky Y. V. Is it possible to measure science? V. V. Nalimov's research in scientometrics // Scientometrics. 2001. Vol. 52. No 2. P. 127—150.
9. Huang K. G., Murray F. E. Entrepreneurial experiments in science policy: Analyzing the Human Genome Project // Research Policy. 2010. Vol. 39. No 5. P. 567—582.
10. Insel T. R., Landis S. C., Collins F. S. The NIH BRAIN Initiative // Science. 2013. Vol. 340. No 6133. P. 687—688.
11. Khan G. F., Park H. W. Editorial: Triple Helix and innovation in Asia using scientometrics, webometrics, and informetrics // Scientometrics. 2012. Vol. 90. No 1. P. 1—7.
12. Lee W. H. How to identify emerging research fields using scientometrics: An example in the field of Information Security // Scientometrics. 2008. Vol. 76. No 3. P. 503—525.

13. *Leydesdorff L.* The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications. Leiden: DSWO Press, 1995.
14. Method of the Year 2010 // *Nature Methods*. 2010. Vol. 8. No 1. P. 1.
15. *Pastrana E.* Optogenetics: Controlling cell function with light // *Nature Methods*. 2010. Vol. 8. No 1. P. 24–25.
16. *Srinivasa N., Cruz-Albrecht J. M.* Neuromorphic adaptive plastic scalable electronics: Analog learning systems // *IEEE Pulse*. 2012. Vol. 3. No 1. P. 51–56.
17. *Takahashi K., Yamanaka S.* Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors // *Cell*. 2006. Vol. 126. No 4. P. 663–676.
18. Insights of the decade. Stepping away from the trees for a look at the forest. Introduction // *Science*. 2010. Vol. 330. No 6011. P. 1612–1613.
19. *Van Raan A. F. J.* Scientometrics: State-of-the-art // *Scientometrics*. 1997. Vol. 38. No 1. P. 205–218.
20. *Vinkler P.* The Evaluation of Research by Scientometrics Indicators. Oxford: Chandos Publishing, 2010.
21. *Vinkler P.* The Garfield impact factor, one of the fundamental indicators in scientometrics // *Scientometrics*. 2012. Vol. 92. No 2. P. 471–483.

Natalia KURAKOVA, Dr. Sci. (Bio.), director of the Centre for Scientific and Technological Expertise of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, prosp. Vernadskogo, Moscow, 119571, Russian Federation). E-mail: idmz@mednet.ru.

Vladimir ZINOV, Dr. Sci. (Econ.), Cand. Sci. (Tech.), professor, deputy director of the Centre for Scientific and Technological Expertise of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, prosp. Vernadskogo, Moscow, 119571, Russian Federation). E-mail: zinov@ranepa.ru.

Vladimir KOMAROV, Cand. Sci. (Econ.), head of the Laboratory of Knowledge Economy, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, prosp. Vernadskogo, Moscow, 119571, Russian Federation). E-mail: vmkomarov@ranepa.ru.

Pavel PAVLOV, senior research fellow, Laboratory of Knowledge Economy, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, prosp. Vernadskogo, Moscow, 119571, Russian Federation). E-mail: pavlov@ranepa.ru.

Long-Term Forecasts as a Tool of Science and Technology Policymaking

Abstract

Results of the analysis of long-term forecasts of scientific and technological development of Russia reveal the risk of inefficiency in public investment for significant part of the selected scientific and technological priorities. The article analyzes the typical risks of implementing of recently approved long-term development priorities of Russian applied science and provides recommendations to improve the methodology of scientific and technological forecasting.

Key words: science and technology, technological forecasting, scientometrics.

References

1. Gokhberg L. M. (ed.). *Dolgosrochnnye priority prikladnoi nauki v Rossii* [Long-term Priorities of Applied Science in Russia]. Moscow: HSE Publ. 120 p.
2. Kurakova N. G., Zinov V. G., Tsvetkova L. A., Eremchenko O. A., Golomysov V. S. *Aktualizatsiia priorityetov nauchno-tekhnologicheskogo razvitiia Rossii: problemy i resheniia* [Actualization of Scientific and Technological Development Priorities of Russia: Problems and Solutions]. Moscow: Delo Publ., 2013. 80 p.

3. Kurakova N. G., Zinov V. G., Tsvetkova L. A., Yeryomchenko O. A., Komarova A. V., Komarov V. M., Sorokina A. V., Pavlov P. N., Kotsyubinsky V. A. *Natsional'naia nauchno-tekhnologicheskaiia politika "bystrogo reagirovaniia": rekomendatsii dlia Rossii (analiticheskii doklad)* [National "Quick Response" Science and Technology Policy: Recommendations for Russia (Analytical Report)]. Moscow: Delo Publ., 2014, 160 p.
4. Kurakova N. G., Tsvetkova L. A., Eremchenko O. A. Naukometricheskie parametry rossiiskoi ekonomicheskoi nauki: obshchee sostoiianie i otsenka dissertatsionnykh sovetov [Scientometric Parameters of Russian Economic Science: Overall Condition and Evaluation of Dissertation Councils]. *Voprosy ekonomiki*. 2013, no. 12, pp. 129-146.
5. Chua L. O. Memristor. The missing circuit element. *IEEE Transactions on Circuits Theory*. 1971, vol. 18, no. 5, pp. 507-519.
6. Fuchs E. R. H. Rethinking the role of the state in technology development: DARPA and the case for embedded network governance. *Research Policy*. 2010, vol. 39, no. 9, pp. 1133-1147.
7. Gisler M., Sornette D., Woodard R. Innovation as a social bubble: The example of the Human Genome Project. *Research Policy*. 2011, vol. 40, no. 10, pp. 1412-1425.
8. Granovsky Y. V. Is it possible to measure science? V. V. Nalimov's research in scientometrics. *Scientometrics*. 2001, vol. 52, no. 2, pp. 127-150.
9. Huang K. G., Murray F. E. Entrepreneurial experiments in science policy: Analyzing the Human Genome Project. *Research Policy*. 2010, vol. 39, no. 5, pp. 567-582.
10. Insel T. R., Landis S. C., Collins F. S. The NIH BRAIN Initiative. *Science*. 2013, vol. 340, no. 6133, pp. 687-688.
11. Khan G. F., Park H. W. Editorial: Triple Helix and innovation in Asia using scientometrics, webometrics, and informetrics. *Scientometrics*. 2012, vol. 90, no. 1, pp. 1-7.
12. Lee W. H. How to identify emerging research fields using scientometrics: An example in the field of Information Security. *Scientometrics*. 2008, vol. 76, no. 3, pp. 503-525.
13. Leydesdorff L. *The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications*. Leiden: DSWO Press, 1995.
14. Method of the Year 2010. *Nature Methods*. 2010, vol. 8, no. 1, pp. 1.
15. Pastrana E. Optogenetics: Controlling cell function with light. *Nature Methods*. 2010, vol. 8, no. 1, pp. 24-25.
16. Srinivasa N., Cruz-Albrecht J. M. Neuromorphic adaptive plastic scalable electronics: Analog learning systems. *IEEE Pulse*. 2012, vol. 3, no. 1, pp. 51-56.
17. Takahashi K., Yamanaka S. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell*. 2006, vol. 126, no. 4, pp. 663-676.
18. Insights of the decade. Stepping away from the trees for a look at the forest. Introduction. *Science*. 2010, vol. 330, no. 6011, pp. 1612-1613.
19. Van Raan A. F. J. Scientometrics: State-of-the-art. *Scientometrics*. 1997, vol. 38, no. 1, pp. 205-218.
20. Vinkler P. *The Evaluation of Research by Scientometrics Indicators*. Oxford: Chandos Publishing, 2010.
21. Vinkler P. The Garfield impact factor, one of the fundamental indicators in scientometrics. *Scientometrics*. 2012, vol. 92, no. 2, pp. 471-483.