

Российская академия народного хозяйства  
и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации

Н. Г. Куракова, В. Г. Зинов, Л. А. Цветкова,  
О. А. Ерёмченко, В. С. Голомысов

# Актуализация приоритетов научно-технологического развития России: проблемы и решения



| Издательский дом «Дело» |  
Москва | 2013

УДК 001.8  
ББК 72.4  
К 93

**Куракова, Н. Г., Зинов, В. Г., Цветкова, Л. А., Ерёмченко, О. А., Голомысов, В. С.**  
К 93 Актуализация приоритетов научно-технологического развития России: проблемы и решения / Н. Г. Куракова, В. Г. Зинов, Л. А. Цветкова, О. А. Ерёмченко, В. С. Голомысов. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2013. — 80 с. — (Научные доклады: технологическое прогнозирование).

ISBN 978-5-7749-0931-5

Рассмотрены элементы, образующие национальную систему технологического прогнозирования в Российской Федерации, а также методология и инструментарий составления долгосрочных прогнозов. Приведены примеры научных направлений, выделенных в качестве приоритетов развития прикладной науки в РФ, создающие риск неэффективного расходования государственных средств ввиду низкого потенциала индустриализации и некорректной оценки конкурентоспособности национальных научных заделов. Проанализирован генезис проблем технологического прогнозирования в РФ, выраженный в смещении функций, задач, методологий и инструментария трех ключевых элементов: долгосрочного прогноза, научно-технологического мониторинга и научно-технологической экспертизы. Предложена методология актуализации приоритетов РФ на основе научно-технологического мониторинга. Полученные результаты могут быть использованы для разработки модели администрирования проектов по приоритетным и критическим направлениям развития прикладной науки.

**Куракова Наталия Глебовна**, д.б.н., директор Центра научно-технологической экспертизы РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, idmz@mednet.ru  
**Зинов Владимир Глебович**, д.э.н., декан Факультета инновационно-технологического бизнеса РАНХиГС при Президенте РФ, zinov@anx.ru  
**Цветкова Лилия Анатольевна**, к.б.н., старший научный сотрудник Центра научно-технологической экспертизы РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, idmz@mednet.ru  
**Ерёмченко Ольга Андреевна**, научный сотрудник Центра научно-технологической экспертизы РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия.  
**Голомысов Владимир Семенович**, к.э.н., Начальник научно-консультационного отдела ФИТБ РАНХиГС при Президенте РФ, golyshok@mail.ru

ISBN 978-5-7749-0931-5

УДК 001.8  
ББК 72.4

© ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно прогнозу Министерства экономического развития Российской Федерации в 2030 г. Россия останется страной с доминирующим нефтегазовым сектором. Поскольку «изменение географии углеводородов» становится грозным вызовом для российской экономики, в бюджет РФ на 2014 г. и плановый период 2015–2016 г. заложено постепенное снижение нефтегазовых доходов: с 50% в 2014 г. до 43% в 2016 г. По данным Счетной палаты РФ, которая вынесла свое заключение на проект бюджета, так называемый нефтяной дефицит бюджета к 2016 г. составит 8,4% валового внутреннего продукта.

Для сокращения сырьевой зависимости России необходимо повысить свое технологическое присутствие на мировых рынках, которое минимизировалось до десятых долей процента в связи с утратой конкурентоспособности в ключевых сферах.

Таким образом, одним из главных векторов развития современной экономики России является поиск нового позиционирования на рынках, развитие новых индустрий на основе ограниченного числа прорывных промышленных технологий. Институциональным аспектом долгосрочного развития страны становится реализация проектного подхода, направленного на технологический прорыв, а все более важным инструментом достижения целей государственной политики — технологическое прогнозирование. С учетом долгосрочного прогноза должны формироваться отраслевые стратегии, федеральные и ведомственные программы, стратегии крупных государственных корпораций, программы фундаментальных исследований государственных академий, ведущих университетов, нацио-

нальных и государственных научных центров, стратегические программы исследований технологических платформ.

Первоочередными задачами национальной системы технологического прогнозирования является корректировка структуры мероприятий государственной программы РФ «Развитие науки и технологий» на период до 2020 г. и актуализация приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и перечня критических технологий РФ. Для решения этих задач с 2007 по 2013 г. в РФ выполнялся долгосрочный прогноз научно-технологического развития страны на период до 2030 г., а с 2014 г. планируется развертывание работ над долгосрочным прогнозом до 2040 года.

Вместе с тем увеличение скорости технологизации научных разработок и последующего процесса формирования новых потребительских рынков становится вызовом самой парадигме долгосрочного прогнозирования. На конференции FutureMed, проходившей в Силиконовой долине в январе 2013 г., отмечалось, что сегодня во многих областях науки наблюдается переход от линейного к экспоненциальному росту знаний и технологий. Только за последние три года (2010–2012) человечество произвело информации больше, чем за всю историю своего существования до 2008 года. Неизбежным следствием лавинообразного роста научно-технической информации стало резкое сокращение времени, необходимого для превращения научного знания в технологию: если раньше на технологизацию прорывного научного знания требовались десятилетия, то сейчас на это уходит пять — семь лет. Например, органпринтинг (печать органов человека), который еще пять лет назад (2008) был темой сугубо научных исследований, вызывающих скепсис в профессиональном сообществе, сегодня превратился в технологию, у которой есть все перспективы создать новые рынки искусственных органов в ближайшие пять лет. С момента первого сообщения о возможности перепрограммирования клетки в 2006 г. до момента получения автором этого открытия Нобелевской премии в 2012 г. и создания технологии прошло всего 6 лет.

Возрастающая скорость возникновения новых рынков и рыночных ниш на базе новых научно-технологических ре-

шений выдвигает на первый план задачи организации научно-технологического мониторинга и научно-технологической экспертизы и превращает известное изречение Уильяма Гибсона «будущее уже наступило, просто оно еще неравномерно распределено» в методологическую основу краткосрочных прогнозов.

Вторым вызовом парадигме долгосрочного прогнозирования является конвергенция областей науки и технологий, на которую не успевают своевременно рефлексировать институциональная организация науки, что создает препятствие для развития и использования нового знания. В такой ситуации резко возрастает роль государства, как регулятора процесса научно-технологического развития страны. Для реализации этой важнейшей функции также необходима регулярно обновляемая аналитическая информация, на основании которой принимаются решения о моделях администрирования новых направлений мультидисциплинарных исследований на краткосрочную перспективу.

Сегодня процесс получения такой информации обретает новую технологическую базу в виде арсенала методов и инструментов Big Data. Их использование позволяет аналитическим центрам извлекать из сверхбольших объемов структурированных и неструктурированных данных информацию для актуализации научно-технологических приоритетов, причем в условиях жестких ограничений по времени, вплоть до режима реального времени. Кроме того, этот инструментарий открывает новые возможности применения ранее недоступных методов для администрирования национальной науки.

Представляется, что большая часть долгосрочных технологических прогнозов, выполненная к сегодняшнему дню различными аналитическими центрами России, по сути, является не более чем экстраполяцией на отдаленную перспективу уже сформировавшихся научно-технологических трендов. Так, во всех без исключения прогнозах мы находим рекомендации о приоритетном развитии информационных технологий, биотехнологий, нанотехнологий, клеточных технологий. Своеобразным «футурологическим» штампом ста-

ло упоминание о «нанобиоинфоноконвергенции». При этом следует заметить, что по большинству перечисленных долгосрочных приоритетов научно-технологического развития России в мире уже сформированы индустриальные рынки, в пердеде которых Россия принимает весьма скромное участие. Поэтому особую актуальность приобретает вопрос о том, какие новые высокотехнологичные индустрии появятся не в 2030 г. и не в 2040 г., а в ближайшие десять лет, и есть ли в России научно-технологические заделы, способные обеспечить государству конкурентоспособность на этих новых рынках. Такая постановка вопроса является областью краткосрочного прогнозирования на основе научно-технологического мониторинга глобальной научно-технологической сферы.

Понимание новых закономерностей и современных особенностей развития сектора генерации технологического знания отодвигает на задний план споры о преимуществах и недостатках университетской или академической модели организации науки в России. В России должна появиться модель науки быстрого реагирования как интегральный результат системы актуализации государственных приоритетов, основанной на мониторинге развития глобальной научно-технологической сферы, системы научно-технологической экспертизы национальных научных заделов и системы администрирования проектов, развивающих технологии с высоким потенциалом индустриализации.

**Гипотеза исследования.** Генезисом проблем национального технологического прогнозирования является смешение функций, задач, методологии и инструментария трех ключевых элементов системы технологического прогнозирования: долгосрочного прогноза научно-технологического развития России, научно-технологического мониторинга и научно-технологической экспертизы.

*Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России* имеет своей целью оценку основных глобальных тенденций и вызовов мировому развитию, определяющих внешние императивы для страны с институционализацией Форсайта в качестве инструмента его разработки.

*Научно-технологический мониторинг* отвечает на вопрос о текущем статусе развития технологических трендов с ретроспективой в 5–10 лет и позволяет делать лишь краткосрочный прогноз о перспективах их развития.

*Научно-технологическая экспертиза* выполняет задачи отбора научно-технологических заделов, которые могут в краткосрочной перспективе стать основой для развития новых индустрий. Для решения этих задач необходима система измеряемых или однозначно читаемых показателей, использование которых может объективизировать мнение экспертных комиссий, выполняющих отбор научных заделов для поддержки в рамках федеральных целевых программ и оценку рисков их реализации.

Отсутствие разделения функциональной специализации всех трех элементов технологического прогнозирования и использование Форсайта в качестве единой методологии технологического прогнозирования создает, с нашей точки зрения, риски для процесса актуализации приоритетов технологического развития Российской Федерации. В качестве дополнительных элементов единой национальной системы технологического прогнозирования нами предложена методология актуализации технологических приоритетов РФ на основании научно-технологического мониторинга, а также методология выполнения научно-технологической экспертизы проектов для повышения эффективности выбора поддерживаемых направлений технологического развития.

Гипотеза данного исследования состоит в том, что только сочетание результатов всех трех элементов системы технологического прогнозирования позволит сосредоточить ограниченные финансовые ресурсы на развитии именно тех критических технологий, которые в краткосрочной перспективе могут создать новые индустрии для формирования не-нефтегазовых доходных статей бюджета Российской Федерации.

**Цель исследования** — разработка методологии и инструментария для актуализации приоритетов научно-технологического развития России, а также методологии научно-технологической экспертизы для отбора проектов, направленных

на технологический прорыв на ограниченном числе направлений.

Для достижения этой цели представлялось необходимым решить следующие задачи:

- выполнить анализ методологии актуализации приоритетных направлений и критических технологий развития науки и техники с 1996 по 2011 г.;
- выполнить анализ методологии долгосрочного прогноза научно-технологического развития России на 2007–2012 гг.;
- выполнить анализ методологии сети Форсайт-центров и результатов представленных прогнозов.

Представляется, что полученные результаты могут быть использованы в качестве элемента единой национальной системы технологического прогнозирования в Российской Федерации, а также для разработки модели администрирования проектов по приоритетным и критическим направлениям развития прикладной науки.

#### **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РОССИИ: ЭТАПЫ, ЭЛЕМЕНТЫ, МЕТОДОЛОГИЯ, ЗАДАЧИ**

В условиях замедления темпов экономического развития страны возможности наращивания финансирования «технологий ради технологий» и «инноваций ради инноваций» исчерпаны. Институциональным аспектом долгосрочного развития страны становится реализация проектного подхода, направленного на технологический прорыв на ограниченном числе направлений [1].

Конкретные векторы для подъема, как традиционных секторов, так и для прорыва на рынке высоких технологий, как сказано в Послании Президента Российской Федерации Федеральному собранию, в 2013 г. выделены на основе долгосрочного прогноза научно-технологического развития России до 2030 года [2]. Мероприятия по научно-технологи-

ческому прогнозированию должны стать неотъемлемым элементом трехлетних планов реализации всех государственных программ Российской Федерации.

Логично, что на фоне всевозрастающей роли технологического прогнозирования как инструмента государственной политики остро встал вопрос о его методологии, системе и институциональном оформлении. Так, в Указе Президента РФ от 7 мая 2012 г. №596 «О долгосрочной государственной 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].

Для исполнения Указа Президента РФ создана Межведомственная комиссия по технологическому прогнозированию, перед которой поставлены три ключевые задачи: создание единой национальной системы технологического прогнозирования, выбор единой методологии прогнозирования, развитие инфраструктуры прогнозирования [4]. На перспективу планируется начало работ по формированию долгосрочного прогноза на период до 2040 г. в увязке с системой стратегического прогнозирования.

Первоочередными задачами национальной системы технологического прогнозирования являются корректировка государственной программы РФ «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 гг. [5] и актуализация приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и перечня критических технологий РФ для разработки документов стратегического планирования на 2014–2018 гг.

Единую национальную систему прогнозирования в России сегодня формируют следующие элементы:

- Приоритетные направления и критические технологии развития науки и техники.
- Долгосрочный прогноз научно-технологического развития (до 2025 года).

- Долгосрочный прогноз научно-технологического развития до 2030 года.
- Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России.
- Социально-экономический прогноз Минэкономразвития России и отраслевые стратегии.
- Прогнозы региональных кластеров.
- Дорожные карты развития новых отраслей.
- Дорожные карты технологических платформ.
- Прогнозы институтов развития (РВК, Роснано, Сколково).
- Программы инновационного развития госкомпаний.
- Сеть Форсайт-центров.

Из числа перечисленных элементов основными, напрямую определяющими приоритеты распределения средств федерального бюджета на финансирование «ограниченного числа прорывных промышленных высокотехнологичных проектов», являются следующие: «Приоритетные направления и критические технологии развития науки и техники», «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития (до 2025 года)» («ДПНТР-2025») [6], «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития до 2030 года» («ДПНТР-2030») [7], Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России [8], а также прогнозы сети Форсайт-центров.

Поскольку к моменту завершения нашего исследования основные результаты «ДПНТР-2030» еще не были представлены для обсуждения, мы провели анализ научно-технологических направлений, выделенных в «Долгосрочных приоритетах прикладной науки в России», а также в Аналитическом резюме «Долгосрочный прогноз важнейших направлений технологического развития на период до 2030 года» (Аналитическое резюме «ДПНТР-2030») [9]. Результаты нашего исследования дают основания полагать, что значительная часть выделенных в этих документах приоритетов создает риск неэффективного расходования государственных средств ввиду:

- низкого потенциала технологизации некоторых приоритетов;

- необоснованной оценки конкурентоспособности российских научных заделов;
- утраченной актуальности и необходимости переформулирования целого ряда приоритетов;
- отсутствия в числе приоритетов важнейших научно-технологических направлений, обладающих высоким потенциалом индустриализации.

Ниже приведены примеры, иллюстрирующие типовые риски долгосрочных приоритетов развития прикладной науки.

#### ПРИМЕР ПРИОРИТЕТА С НИЗКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ТЕХНОЛОГИЗАЦИИ

*«Разработка эффективных технологий отбора тепла от сухих горных пород с больших глубин и транспортировки его на поверхность с минимальными потерями и низким гидравлическим сопротивлением» (раздел 7.4. «Эффективное использование возобновляемых видов энергии») [8].*

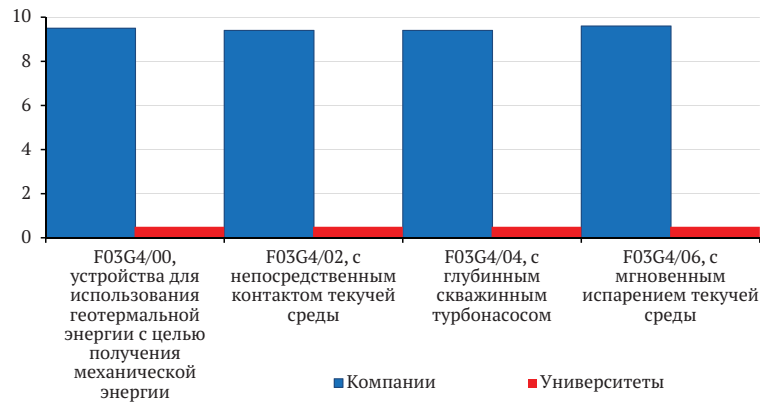
Технология предполагает бурение двух соединяющихся между собою скважин. В одну закачивается вода, на глубине 5–10 км она нагревается, превращаясь в пар, который по другой скважине подается на поверхность и может использоваться для отопления, а при достаточной температуре — для вращения турбин электростанций и производства электроэнергии.

Результаты выполненного нами патентного анализа показывают, что из всех технологических направлений, представленных по коду Международной патентной классификации (МПК) F03G 4/00 «Устройства для использования геотермальной энергии с целью получения механической энергии», самую низкую активность развития в мире имеет направление, предполагающее использование глубинного скважинного турбонасоса (рис. 1).

Фактором риска развития этого направления является то обстоятельство, что в топ-10 патентообладателей по всем четырем направлениям развития геотермальной энергетики не входит ни один университет. Это говорит о том, что расхо-



**Рис. 1.** Динамика патентования по кодам МПК «Устройства для использования геотермальной энергии»  
 Источник: WIPO, данные на 23.10.2013 г.



**Рис. 2.** Топ-10 патентообладателей по кодам МПК «Устройства для использования геотермальной энергии»  
 Источник: WIPO, данные на 23.10.2013 г.

ды на НИР по столь рискованному технологическому вектору во всем мире проводятся за счет средств промышленных компаний, а не государственных бюджетных исследовательских центров (рис. 2).

По мнению экспертов, экономически эффективных технологий бурения на глубины порядка 10 км в настоящее время в мире не предложено. Если ограничиться существенно меньшими глубинами, то разогрев недр (до 120–130°C) позволяет использовать пар только для отопления, но этой температуры недостаточно для выработки электроэнергии. Процесс закачивания воды в скважину на такую глубину технически сложен и энергозатратен, трудно предотвратить потери тепла при транспортировке пара на поверхность и сохранять целостность скважин в случае подвижек литосферы и ряд других факторов.

Представляется, что относить данное направление к «ограниченному числу критических технологических направлений, на базе которых в Российской Федерации в краткосрочной перспективе могут сформироваться новые индустрии», преждевременно.

Отдельного внимания заслуживает методология и инструментарий технологического прогнозирования, позволившие придать данному направлению статус «долгосрочного приоритета прикладной науки в РФ».

Известно, что доклад о целесообразности реализации такого проекта был сделан 18 февраля 2011 г. сотрудником Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, доктором экономических наук, профессором А. С. Некрасовым в научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. Разработчиком технологической стороны проекта является академик Академии технологических наук Н. А. Гнатусь. Запрашиваемый объем инвестиций в бурение оценен разработчиками в 1,2 млрд рублей. Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова входит в сеть Форсайт-центров. Вероятно, прозвучавшее экспертное мнение, предлагающее технологический ответ на глобальный вызов сокращения запасов углеводородов, стало достаточным аргументом для включения данного направления в число приоритетов прикладной науки РФ. При этом, вероятнее всего, ни библиометрический, ни патентный анализ направления не проводился, поскольку риски

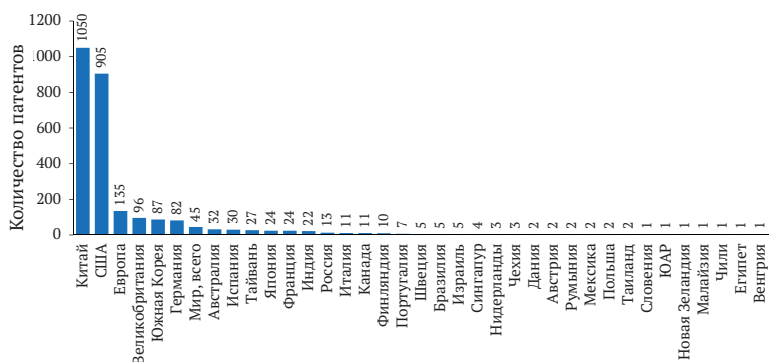
развития именно этого направления геотермальной энергетики очевидны.

### ПРИМЕР ПРИОРИТЕТА С НЕВЕРНО ОЦЕНЕННОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ ЗАДЕЛОВ

*Область заделных исследований «Биоинженерия, в том числе тканевая инженерия и искусственные органы» получила оценку: «Уровень российских исследований не уступает мировому» (раздел 3.4. «Биомедицинские клеточные технологии») [8].*

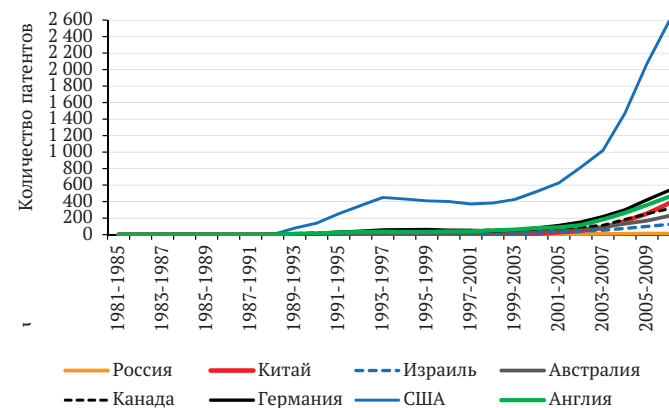
На сегодняшний день в России выдано 37 патентов по направлению «Биоинженерия», из которых 13 принадлежат российским, а 24 (почти две трети) — зарубежным заявителям. Всего на долю российских заявителей на сегодняшний день приходится 0,5% от общего числа выданных патентов, относящихся к данному направлению, при этом на долю Китая (по приоритету) приходится 1050 патентов (рис. 3). За пределы Российской Федерации вышли патенты всего трех российских заявителей.

Еще более скромной выглядит доля российских публикаций по биоинженерии в Web of Science (WoS) (рис. 4). По со-



**Рис. 3.** Распределение патентов по биоинженерии по странам приоритета.

Источник: Orbit, данные на 20.09.2013 г.



**Рис. 4.** Динамика публикационного потока некоторых стран в WoS по биоинженерии, 1981–2009 гг.

Источник: InCites, данные на 27.07.2012 г.

стоянию на июль 2013 г. она составляет 0,22% от числа публикаций, проиндексированных в этом международном индексе. Поэтому оценка «уровень российских исследований по биоинженерии не уступает мировому» представляется слабо обоснованной.

### ПРИМЕР ПРИОРИТЕТА С НЕОБХОДИМОСТЬЮ АКТУАЛИЗАЦИИ И ПЕРЕФОРМУЛИРОВАНИЯ

*«Разработка скаффолдов различной природы, модифицированных биоактивными компонентами, для создания in-vitro аналогов внешних и внутренних органов с использованием аутологических клеток» (раздел 3.4. «Биомедицинские клеточные технологии») [8].*

Выполненный нами анализ данных монографии «Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России» позволяет обосновать необходимость регулярной актуализации некоторых приоритетов, особенно тех, которые сформулированы с избыточной детализацией. Так приоритеты, связанные с разработкой и производством скаффолдов, в значительной мере уже утратили свою безальтернативность. Один из самых признанных и



результативных биоинженеров мира В. Миронов в своей лекции, прочитанной в России 19 сентября 2013 г., назвал скаффолды «тупиковым направлением биоинженерии», поскольку их производство является дорогостоящим и требует значительных временных ресурсов. Исследовательское подразделение Минобороны США *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)* в 2012 г. инициировало проект «Бескаркасная тканевая инженерия». В аналитическом приложении наукометрической базы *WoS Essential Science Indicators (ESI)* зафиксированы мировые фронты исследований по бескаркасной тканевой инженерии с высокими показателями цитируемости, что свидетельствует об активном становлении нового тренда в биоинженерии, к сожалению, не отмеченного в качестве приоритета в монографии «Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России».

#### ПРИМЕР ОТСУТСТВИЯ В ЧИСЛЕ ПРИОРИТЕТОВ ВАЖНЕЙШЕГО НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ, ОБЛАДАЮЩЕГО ВЫСОКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

В перечень долгосрочных приоритетов прикладной науки в России не вошел целый ряд приоритетов, связанных с четко обозначенными трендами глобальной научно-технологической сферы, например с развитием нейронаук. Данные выполненного нами библиометрического анализа показали, что нейронауки возглавляют первую пятерку самых интенсивно развивающихся научных направлений большинства индустриально развитых стран и России (табл. 1).

В США в 2014 г. начинается финансирование проекта *BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies)* — «Исследования головного мозга с помощью инновационных нейротехнологий» [10]. В Евросоюзе в 2013 г. дан старт проекту *Human Brain Project* с объемом финансирования в 1 млрд евро ежегодно в течение 10 лет [11].

Королевское общество (Великобритания) в 2012 г. сделало сенсационный доклад «Brain Waves Module 3: Neuroscience, conflict and security» о возможности использования технологий стимуляции мозга в интересах армии и спецслужб

Таблица 1. Топ-5 предметных областей биомедицины в национальном публикационном потоке разных стран в WoS

Область биомедицины		Количество публикаций за 2006–2010 гг.	Область биомедицины		Количество публикаций за 2006–2010 гг.
США			Великобритания		
1	<b>Нейронауки</b>	<b>63 993</b>	1	<b>Нейронауки</b>	<b>13 489</b>
2	Онкология	52 772	2	Хирургия	9808
3	Хирургия	46 686	3	Фармакология	9494
4	Фармакология	45 634	4	Онкология	9043
5	Клеточная биология	44 634	5	Генетика	8605
Канада			Германия		
1	<b>Нейронауки</b>	<b>10 226</b>	1	<b>Нейронауки</b>	<b>15 887</b>
2	Онкология	6615	2	Онкология	11 252
3	Клиническая неврология	6380	3	Хирургия	11 028
4	Клеточная биология	5494	4	Клеточная биология	10 552
5	Фармакология	5473	5	Фармакология	9406
Китай			Россия		
1	Фармакология	12491	1	Кардиология	1643
2	Онкология	7295	2	Генетика	1589
3	<b>Нейронауки</b>	<b>6813</b>	3	<b>Клиническая неврология</b>	<b>1173</b>
4	Генетика	5228	4	<b>Нейронауки</b>	<b>1158</b>
5	Иммунология	5191	5	Психиатрия	1125

Источник: InCites, данные на 14.10.2012 г.

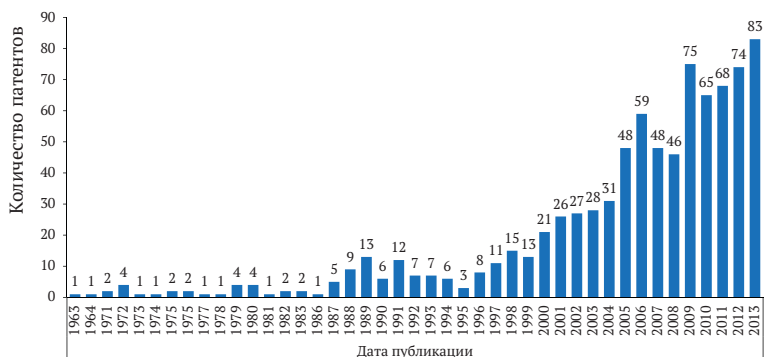
для улучшения обучаемости, лечения посттравматического стрессового расстройства или ослабления эффекта депривации сна (лишения сна, например в результате пыток или напряженной деятельности). В докладе отмечается, что технологии стимуляции мозга уже получили широкое распространение в армии и спецслужбах США [12].

С учетом этих данных не может не вызывать удивление, что лишь 9% (!) респондентов, опрошенных авторами Аналитического резюме «ДПВНТР-2030» считают значимым развитие методов управления когнитивными функциями человека [8, с. 26]. Это вызывает закономерный вопрос о методологии формирования корпуса экспертов.

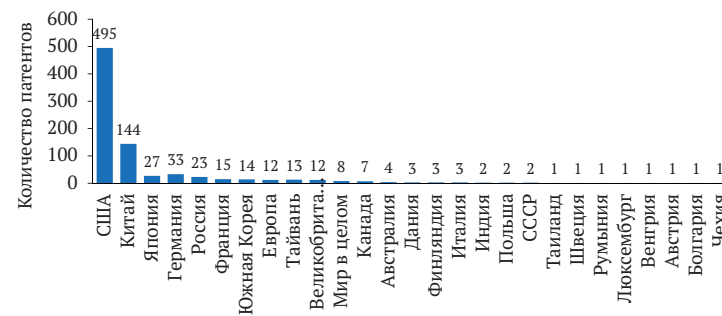
Нами выполнен патентный анализ одного из особо отмеченных в докладе Королевского общества Великобритании направлений – транскраниальной стимуляции мозга постоянным током (*transcranial direct current stimulation – TDCS*).

По мнению экспертов, исследования в данной области могут привести к изобретению радикальных терапевтических методов для лечения больных, страдающих деменцией, психическими расстройствами, а также людей, испытывающих трудности в приобретении умений и навыков. Кроме того, авторы доклада Королевского общества приходят к выводу, что эти технологии «способны стать превосходным инструментом для обучения военнослужащих» и уже нашли применение в армии США.

Динамика патентной активности по этому направлению отражена на рис. 5. Диаграмма наглядно демонстрирует стабильную тенденцию роста числа патентов по исследуемой теме. Даже данные за текущий год (2013), которые обычно не принято принимать в расчет, показывают, что направление



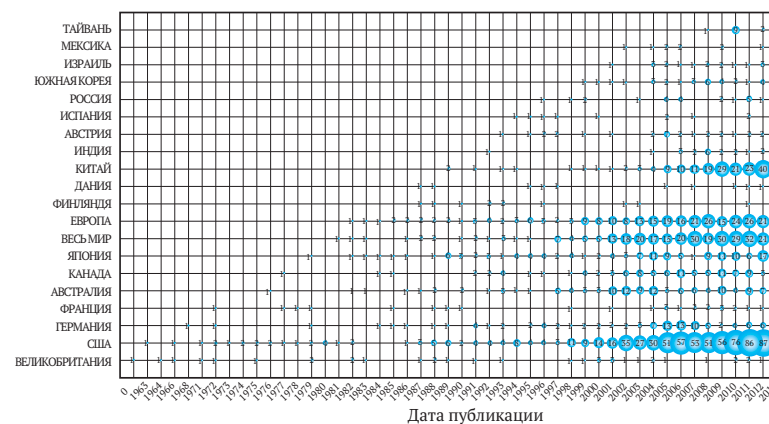
**Рис. 5.** Динамика патентования по транскраниальной стимуляции мозга постоянным током, по годам публикации  
Источник: Orbit, данные на 20.09.2013 г.



**Рис. 6.** Распределение количества патентов по транскраниальной стимуляции мозга постоянным током, по странам приоритета  
Источник: Orbit, данные на 20.09.2013 г.

имеет все признаки прорывного, обладающего высоким потенциалом технологизируемости.

РФ принадлежит пятое место по количеству разработанных и запатентованных в ней технологий по транскраниальной стимуляции мозга (рис. 6). Национальная школа исследований мозга имеет серьезные научные заделы, поэтому поддержка данного приоритета может обеспечить вхожде-



**Рис. 7.** Динамика патентования по транскраниальной стимуляции мозга постоянным током в разных странах  
Источник: Orbit, данные на 20.09.2013 г.

ние страны в число технологических драйверов, что особенно важно для целей повышения обороноспособности России. Пока же в число таковых входят США и Китай, которые стремительно наращивают свои научные заделы и закрывают патентами все новые технологические подходы (рис. 7).

Данные выполненного нами анализа публикационной и патентной активности в других областях нейронаук позволяют говорить о том, что это направление исследований заслуживает пристального внимания со стороны администраторов науки и выделения его в качестве одного из приоритетов финансирования в рамках федеральных целевых программ.

#### МЕТОДОЛОГИЯ АКТУАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ И КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ С 1996 ПО 2011 ГОД

Впервые приоритетные направления развития науки и техники, а также критические технологии были официально утверждены в 1996 г., и с тех пор редакция и перечень приоритетных направлений менялись четырежды: в 2002, 2004, 2007 и 2011 гг. Подробный анализ смены научно-технологических приоритетов РФ выполнен в исследовании Л. Э. Миндели, С. И. Черных [13]. Цели актуализации перечня в процессе каждого пересмотра формулировались по-разному, но неизменным оставалось определение: под приоритетными технологиями понимались основные области исследований и разработок, реализация которых должна обеспечить значительный вклад в социально-экономическое и научно-техническое развитие страны и достижение за счет этого национальных социально-экономических целей.

Развития приоритетных технологий предполагалось добиться путем концентрации научного потенциала, финансовых и материально-технических ресурсов. Финансовым и организационным инструментом реализации государственной поддержки приоритетных направлений стала в 1996 г. Федеральная целевая научно-техническая программа (далее ФЦП) «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» [14],

затем ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 годы» [15], ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» [16]. Общий объем финансирования программы на 2007–2012 гг. был определен в размере 194,89 млрд руб., в том числе за счет средств федерального бюджета — 133,83 млрд руб. Переход к столь масштабной комплексной программе был продиктован стремлением увязать научные исследования и их коммерческую отдачу, то есть сформировать замкнутый инновационный цикл. Бюджет ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» [17] утвержден еще в большем объеме и составляет 239,02 млрд руб., в том числе за счет средств федерального бюджета — 202,23 млрд руб.

В каждом из приоритетных направлений выделяется совокупность *критических технологий*, под которыми понимаются технологии, которые носят межотраслевой характер, создают существенные предпосылки для развития многих технологических областей или направлений исследований и разработок. Формирование и реализация перечней критических технологий федерального, регионального и отраслевого значения предусмотрены «Основами политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу» [18]. Корректировка критических технологий осуществляется не реже одного раза в четыре года в соответствии с поручением президента РФ от 17 апреля 2003 г. № Пр-655 о корректировке приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации [19] и перечня критических технологий Российской Федерации, утвержденного решениями президента по представлению правительства. Перечень критических технологий в 2002 г. [20] включал 52 пункта, в 2006 г. уменьшился до 34 [21], а в 2011 г. был утвержден перечень, охватывающий 27 критических технологий [22].

Нам представлялось важным проанализировать, с использованием какой методологии проходило выделение и

актуализация приоритетных направлений и критических технологий. С 1996 по 2009 г. процесс отбора приоритетов происходил «на основании комплексных научных исследований с привлечением ведущих ученых, экспертов и представителей бизнеса и при согласовании на межведомственном уровне», иными словами, никаких формализованных правил отбора и обновления не существовало. И лишь в 2009 г. Постановлением Правительства РФ от 22 апреля 2009 г. № 340 утверждены «Правила формирования, корректировки и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» [23]. Кроме того, в 2009 г. впервые приоритетные направления и перечень критических технологий были обоснованы не только приоритетами модернизации национальной экономики, определенными Президентом РФ, «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» [24], но и «Долгосрочным прогнозом научно-технологического развития Российской Федерации до 2025 года» [6].

В результате четырех актуализаций перечня приоритетных технологий их редакции выглядели следующим образом:

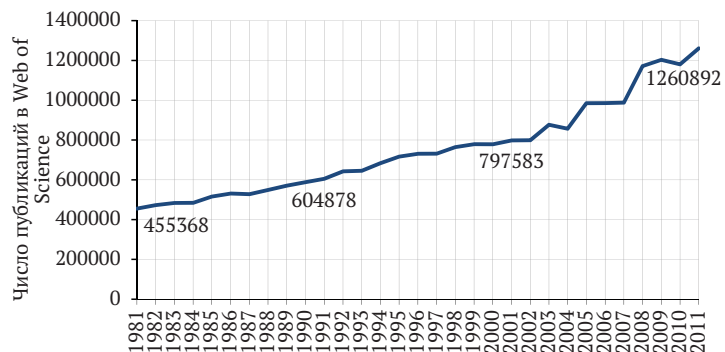
- 1996 г. Информационные технологии и электроника. Экология и рациональное природопользование. Технологии биологических и живых систем. Транспорт. Топливо и энергетика. *Новые материалы и химические продукты*. Фундаментальные исследования. Производственные технологии.
- 2002 г. Информационно-телекоммуникационные технологии и электроника. Экология и рациональное природопользование. Технологии живых систем. Космические и авиационные технологии. Новые транспортные технологии. Энергосберегающие технологии *Новые материалы и химические технологии*. Перспективные вооружения, военная и специальная техника. Производственные технологии.

- 2004 г. Информационно-телекоммуникационные системы. Живые системы. Экология и рациональное природопользование. Энергетика и энергосбережение. *Индустрия наносистем и материалов*. Безопасность и противодействие терроризму. Перспективные вооружения, военная и специальная техника.
- 2009 г. Информационно-телекоммуникационные системы. Науки о жизни. Рациональное природопользование. Транспортные и космические системы. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика. *Индустрия наносистем*. Перспективные виды вооружений, военной и специальной техники. Безопасность и противодействие терроризму.
- 2011 г. Информационно-телекоммуникационные системы. Науки о жизни. Рациональное природопользование. Транспортные и космические системы. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика. *Индустрия наносистем*. Безопасность и противодействие терроризму. Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.

Обращает на себя внимание тот факт, что из всех приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации за 1996–2011 гг. наибольшей трансформации подверглось направление «Науки о материалах», которое для целей «увеличения ожидаемого вклада в ускорение роста ВВП и повышение конкурентоспособности экономики» оказалось замененным в 2004 г. на «Индустрию наносистем и материалов» и сохраняется в такой редакции до сих пор.

Для предварительной оценки результатов столь радикального пересмотра приоритета мы выполнили библиометрический и патентный анализ развития исключенного из перечня приоритетов России направления «Науки о материалах» в мире и в России, а также направления «Нанонауки и нанотехнологии» за последние 20 лет.

Анализ тенденций и приоритетов в дисциплинарной структуре мировой науки, отраженных в БД WoS, показал,



**Рис. 8.** Динамика общемирового публикационного потока предметной области «науки о материалах» в WoS, 1981–2011 гг.

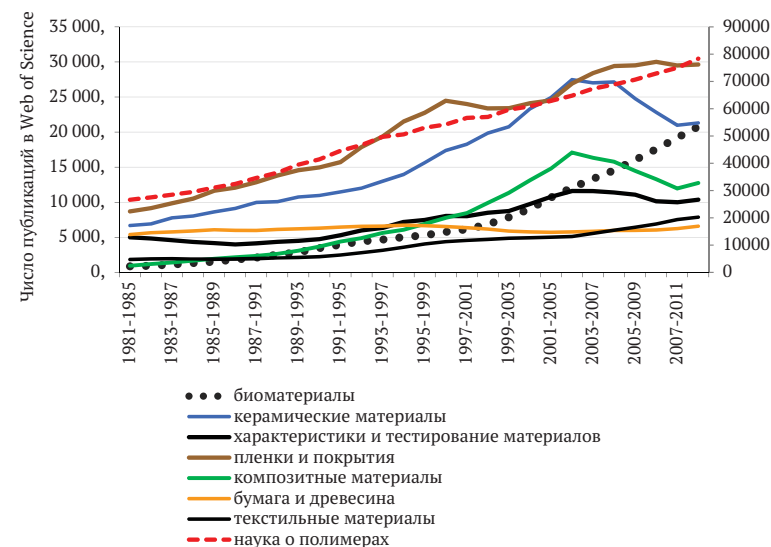
Источник: InCites, данные на 17.11.2012 г.

что науки о материалах относятся к предметным областям с устойчивой положительной динамикой публикационной активности за 1981–2011 гг. Объем публикаций в науках о материалах каждые 10 лет увеличивался в 1,3 раза, а в последнее десятилетие — в 1,6 раза (рис.8).

Положительную динамику научной активности за последние 5 лет (2007–2012) имели практически все научные направления, входящие в науки о материалах, но наиболее впечатляющими темпами развивались такие, как «Науки о полимерах», «Пленки и покрытия», а также «Биоматериалы» (рис. 9).

Самые высокие темпы развития среди всех направлений науки о материалах характерны для исследований по биоматериалам (рис. 9). За тридцатилетний период (1981–2011) объем мирового публикационного потока по биоматериалам вырос в 26 раз.

До 1992 г. СССР занимал третью позицию в международном сегменте публикаций в данной области знаний, уступая только США и Японии. Доля советских публикаций по наукам о материалах в мировом публикационном потоке в 1992 г. составляла более 10%. В 2011 г. она сократилась до 2,78%, и Россия переместилась по этому показателю на 10-е место, уступив позиции Китаю, Южной Корее, Индии,



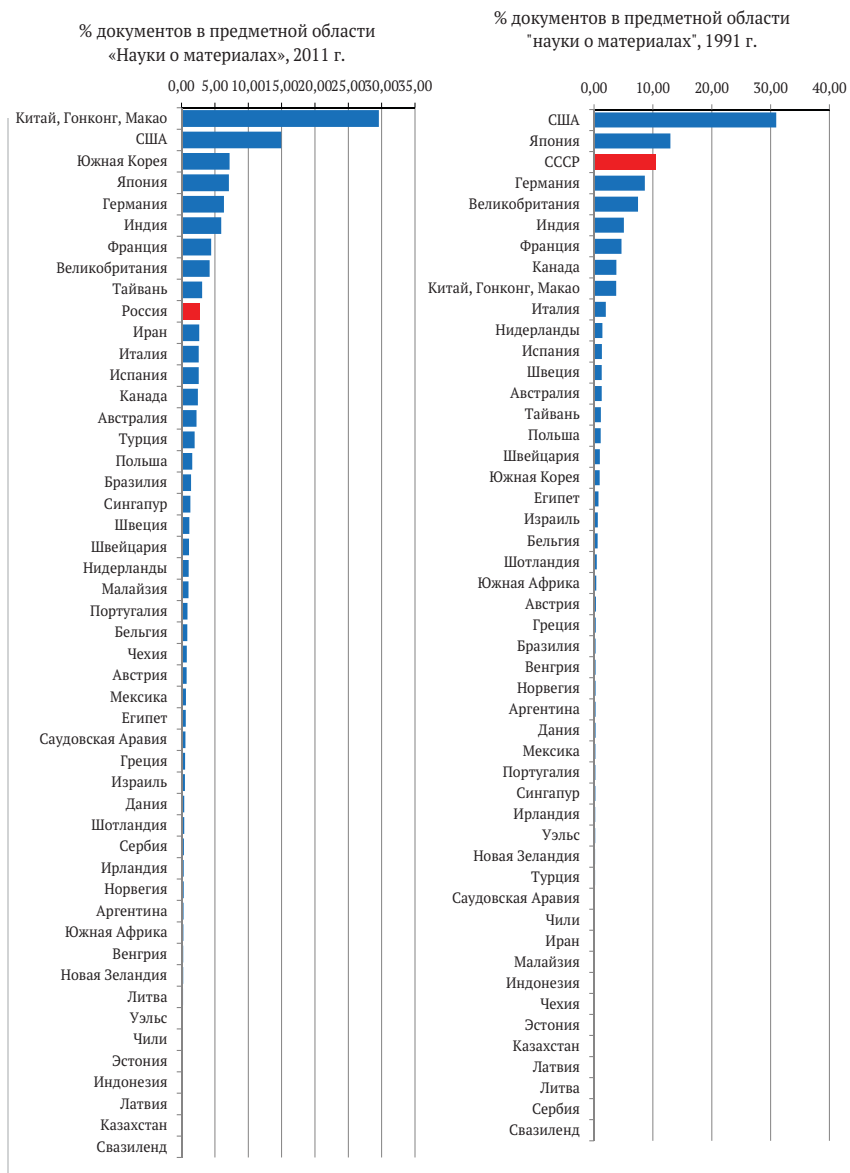
**Рис. 9.** Динамика глобального публикационного потока в WoS по отдельным направлениям наук о материалах, 1981–2012 гг.

Источник: InCites, данные на 27.06.2013 г.<sup>1</sup>

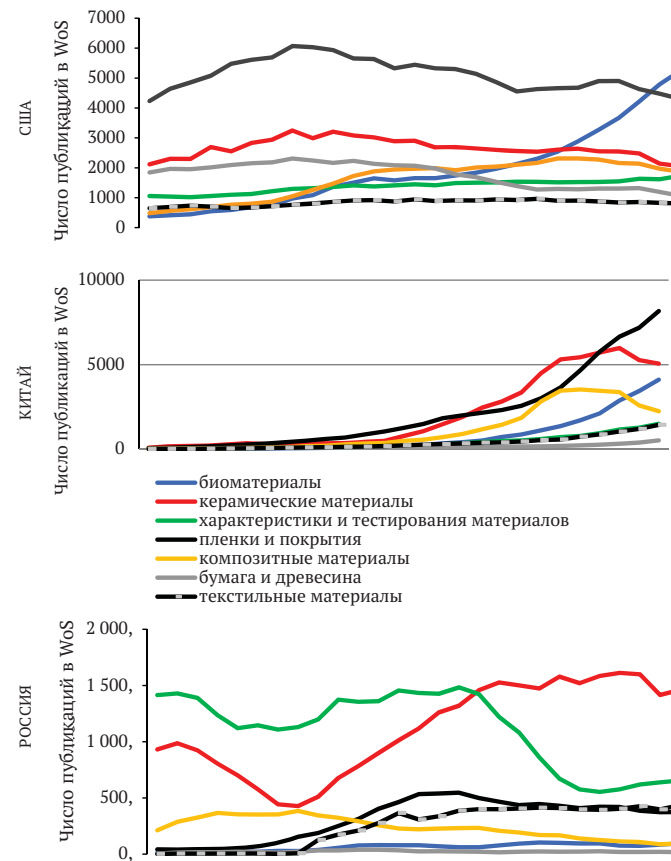
Тайваню и ряду европейских стран (рис.10). Абсолютное лидерство по научной продуктивности в данном направлении последние 5 лет удерживает Китай, увеличивший количество ежегодно индексируемых WoS-публикаций с 153 в 1981 г. до 19 094 к 2011 году.

На рис. 11 отражена динамика научной активности различных направлений науки о материалах в странах, захвативших лидирующие позиции (США и Китае) и в России. На фоне экспоненциального роста публикационного потока по этому направлению в странах-лидерах отсутствие конкурентоспособности отечественных научных заделов по биоматериалам особенно очевидно.

<sup>1</sup> Следует обратить внимание, что на рисунке мы использовали дополнительную ось (справа) для полимерных наук с целью более контрастного выделения трендов по отдельным направлениям анализируемой нами области знаний.



**Рис. 10.** Удельный вес национального публикационного потока России по наукам о материалах в WoS в 1991 и 2011 гг. Источник: InCites, данные на 24.07.2013 г.



**Рис. 11.** Динамика публикационных потоков США, Китая и России в WoS по отдельным направлениям наук о материалах, 1981–2011 гг. Источник: InCites, данные на 16.11.2012 г.

Тридцатилетняя история отечественных наук о материалах является ярким подтверждением отсутствия синхронизации с мировыми трендами и несвоевременности приоритетной поддержки тех направлений, по которым были созданы конкурентоспособные научные заделы. В 2004 г., когда направление «Новые материалы» было исключено из перечня приоритетных, у России сохранялся реальный шанс стать

заметным игроком на мировом рынке пленок и покрытий и вступить в гонку с США и Китаем за будущие мировые рынки биоматериалов.

При актуализации перечня в 2009 г. уже учитывались результаты «ДПНТР-2025», однако судя по тому, что «Новые материалы» так и не были возвращены в перечень приоритетных направлений, данные выполненного прогноза не были убедительными. Сегодня рынки пленочных и покровных материалов уже сформированы и разделены между Японией, Южной Кореей и Китаем. На основании зафиксированной нами в 2013 г. разницы в два порядка по числу патентов по биоматериалам (250 с приоритетом РФ против 17 743 с приоритетом США) есть основание полагать, что данное направление как долгосрочный приоритет следовало бы заявить в 2004 году.

В целом анализ глобального публикационного потока за последние тридцать лет позволяет предположить, что именно развитие наук о материалах станет вектором трансформации индустриальных рынков. И именно в этой предметной области у России было и остается достаточное количество заделов мирового уровня, о чем свидетельствует девятое место по количеству публикаций в WoS. С учетом этих данных замещение приоритета «Новые материалы и химические технологии» на «Индустрии наносистем» в 2004 г. представляется нам необоснованным. Такое междисциплинарное направление, как «Индустрия наносистем и материалов», входило практически во все приоритетные направления и критические технологии развития науки и техники РФ, поэтому выделение их в самостоятельный приоритет вызвало закономерную дискуссию в профессиональном сообществе. Аргументы в поддержку нанотехнологий как будущей глобальной, базовой технологии, были связаны с множеством возможных направлений их применения. Крис Фримен [25], один из наиболее авторитетных специалистов в области технологического развития, относил нанотехнологии к числу «глобальных технологий» (General Purpose Technology), т. е. применимых в большинстве секторов экономики и являющихся основой для нового технологического уклада. Однако в настоящее время оценки перспек-

тив развития нанотехнологий со стороны научных кругов и бизнес-сообщества утратили безудержный оптимизм. Так, если в 2006 г. ожидалось темпы роста объема рынка нанопродуктов и нанотехнологий на уровне 40% в год, то в 2011 г. прогнозировались темпы роста на уровне 9–10% в год [26].

Выполненный нами анализ фронтов исследований в ESI, отнесенных к наукам о материалах, показал, что результаты исследований по разработке и применению наноматериалов по-прежнему остаются одним из наиболее обсуждаемых направлений в науке о материалах. Им посвящен 41 фронт среди топ-100 исследовательских фронтов, ранжированных по количеству собранных ссылок, 38 фронтов в топ-100, ранжированных по новизне. Однако приоритетные направления технологического развития страны определяют векторы развития ключевых производственных технологий, поэтому исключительное значение имеет оценка потенциала «технологизируемости» того или иного направления. На рис. 12 представлены данные Европейского патентного ведомства

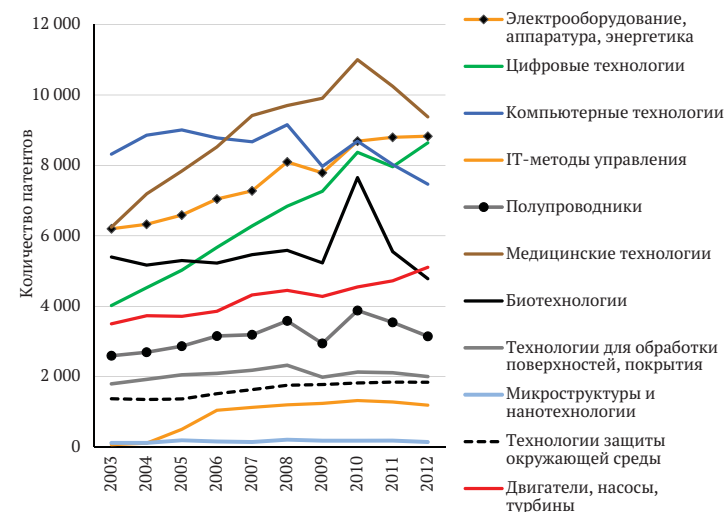
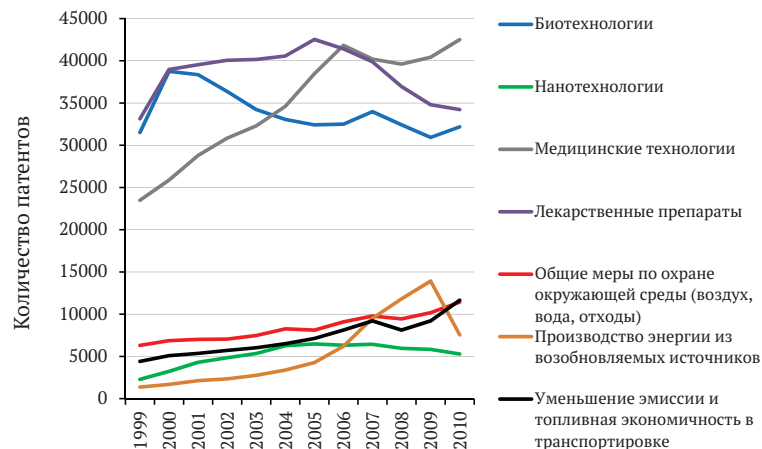


Рис. 12. Динамика патентования по различным технологическим областям, 2003–2012 гг.

Источник: ЕРО, данные на 01.10.2013 г.



**Рис. 13.** Динамика ежегодно выдаваемых патентов по доминирующим технологиям, 1999–2010 гг.  
Источник: OECD, данные на 01.10.2013 г.

(EPO), отслеживающего динамику патентования по различным технологическим областям в течение последних десяти лет. Отчетливо видно, что в области микроструктур и нанотехнологий наблюдается стагнация в подходах и методах, имеющих промышленное применение.

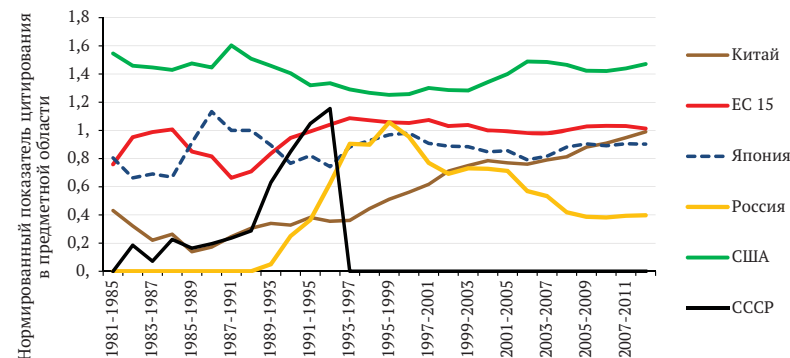
Такие же выводы можно сделать и на основании данных многолетнего (1999–2010) мониторинга динамики патентования по доминирующим технологиям, который осуществляет Организация экономического сотрудничества и развития (OECD) (рис. 13). Общий объем патентоспособных решений в области нанотехнологий в течение 12 лет имел скромные показатели, которые не отражают сколь-нибудь впечатляющей динамики.

При введении направления «Индустрия наносистем» в число приоритетных не был учтен и фактор риска, связанный со скромными показателями нормированного цитирования российских публикаций в предметной области «Нанонауки и нанотехнологии» в 2004 году. С середины 1980-х и до конца 1990-х гг. цитируемость национальных публикаций

СССР и России, превышающая среднемировой уровень, действительно давала основание говорить о высокой конкурентоспособности этого направления. Однако к началу нулевых этот показатель начал свое стремительное падение (рис. 14), поэтому замещать приоритетное направление «Новые материалы» на «Индустрию наносистем» в 2009 г. уже было крайне рискованно.

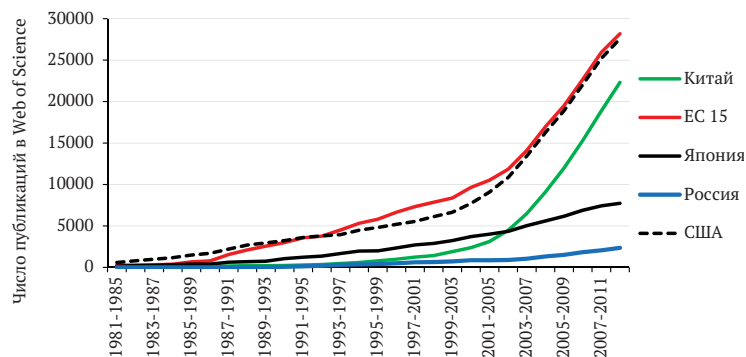
Показатель общего объема национального публикационного потока в предметной области «Нанонауки и нанотехнологии» в WoS за 1981–2011 гг. (рис. 15) демонстрирует сегодня отсутствие какого-либо принципиального роста конкурентоспособности России в данной предметной области, объявленной в 2004 г. приоритетным направлением и получившей поддержку в рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии», общий объем финансирования которой в 2008–2011 гг. составил 27,3 млрд рублей. Кроме того, к началу 2012 г. ОАО «Роснано» осуществило софинансирование проектов в объеме 230,2 млрд рублей, из них: бюджетные средства — 24,5 млрд рублей [27].

В «Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030



**Рис. 14.** Динамика нормированного цитирования национальных публикаций в предметной области «Нанонауки и нанотехнологии», 1981–2011 гг.  
Источник: InCites, данные на 14.08.2013 г.





**Рис. 15.** Динамика объемов национальных публикационных потоков различных стран в предметной области «Нанонауки и нанотехнологии» в WoS, 1981–2011 гг.

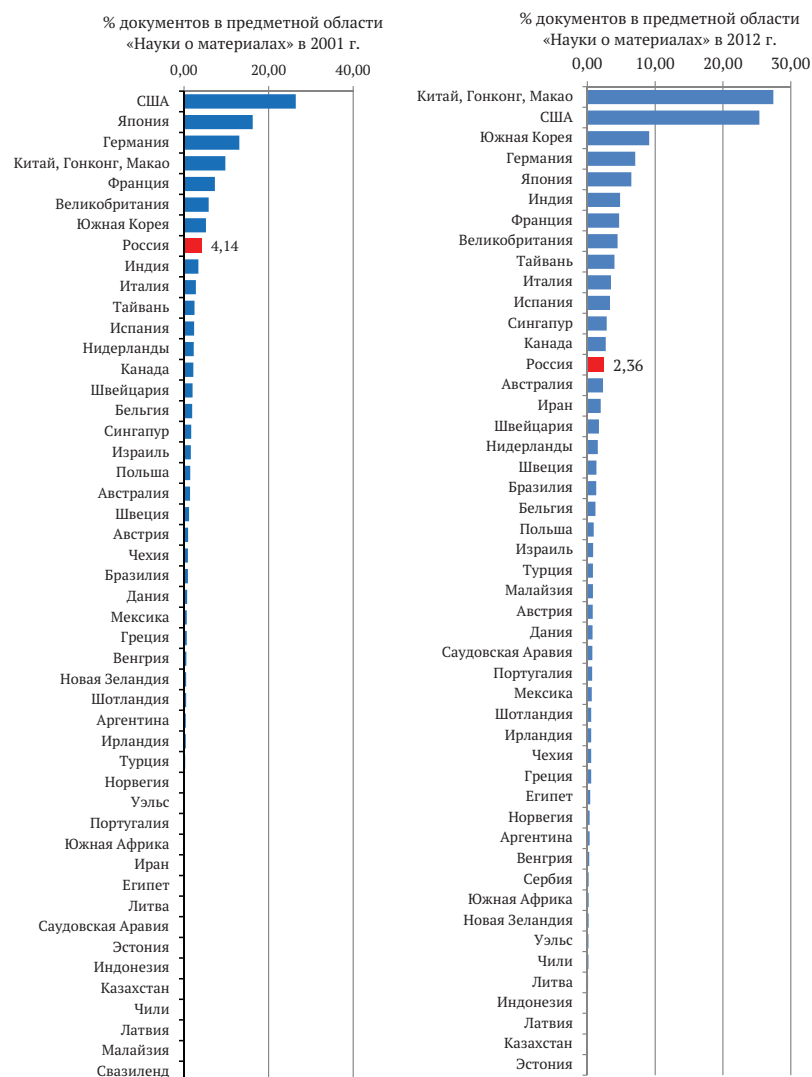
Источник: InCites, данные на 14.08.2013 г.

года» [28], представленном Минэкономразвития России в марте 2013 г., на стр. 120 содержится утверждение, что «Россия входит в число лидеров по ряду важнейших направлений исследований и разработок, в том числе в таких областях, как нанотехнологии...».

Согласно результатам выполненного нами библиометрического анализа в 2012 г. на долю российских публикаций по нанонаукам и нанотехнологиям в WoS пришлось лишь 2,36% от общемирового потока, тогда как в 2001 г. — 4,14%. По этому показателю Россия переместилась с 8 на 14-е место в мире (рис. 16).

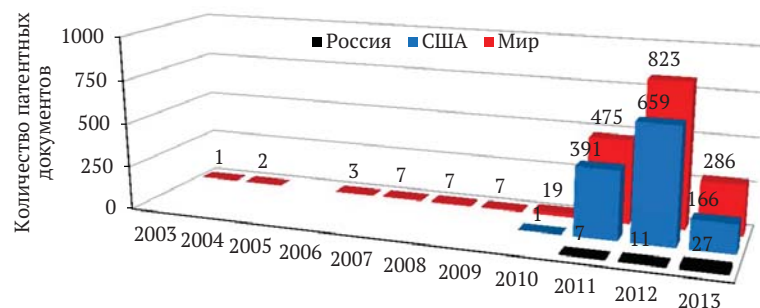
Не позволяет говорить о лидерстве и доля российских патентов по нанотехнологиям, например, по коду МПК B82Y5-00<sup>1</sup> (та самая нанобиокогнитоконвергенция, без обсуждения перспективности которой не обошелся ни один прогноз, написанный в России за последние 5 лет) количество патентных

<sup>1</sup> Специфическое использование наноструктур; измерение или анализ наноструктур; производство или обработка наноструктур; использование наноструктур.



**Рис. 16.** Удельный вес национальных публикационных потоков по нанонаукам и нанотехнологиям в WoS в 2001 и 2012 гг.

Источник: InCites, данные на 04.02.2013 г.



**Рис. 17.** Количество патентных документов по нанобиомедицине (код МПК В82У5-00)

Источник: WIPO, данные на 11.10.2013 г.

документов с приоритетом РФ в 27 раз меньше, чем в США (рис.17).

Полученные нами данные дают основание сделать предварительный вывод о том, что выбор такого приоритета, как «Индустрия наносистем», не был в достаточной степени обоснован анализом перспектив технологизации этого направления, а также данными экспертизы конкурентоспособности российских научных заделов. Даже если экспертному сообществу представлялось правильным включить его в 2004 г. в перечень приоритетов, не было веских оснований замечать им направление «Новые материалы». В результате Россия значительно сократила свои шансы обрести сегмент глобального рынка пленок, покрытий и полимеров, несмотря на наличие конкурентоспособных научных заделов, но при этом никак не обозначила своего лидерства на рынке продуктов нанотехнологий.

#### МЕТОДОЛОГИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России (до 2025 г.), представленный и обсужденный в Министерстве образования и науки в декабре 2008 г., был анонси-

рован как «первое в России глобальное исследование текущего состояния сектора науки технологий и первая попытка дать адекватный, с учетом мировых тенденций, прогноз его развития». Документ включал в себя три крупных блока: *макроэкономический прогноз* российской экономики; *прогноз сферы науки и технологий* (по шести приоритетным направлениям), *отраслевой прогноз*. В нем были выделены более 800 перспективных технологических областей по девяти научным направлениям.

Несмотря на формулировку одного из государственных контрактов «Разработка и практическая апробация методологии построения сценариев и стратегий долгосрочного научно-технологического развития России в рамках формирования технологического Форсайта» «ДПНТР-2025» не содержал раздела «Методология построения сценариев и стратегий». В нем лишь было отмечено: «Чтобы обеспечить конкурентоспособность национальной экономики в долгосрочном периоде, необходимо организовать процесс формирования согласованного видения технологического будущего России у всех участников этого процесса: государства, бизнеса, науки, гражданского общества и совместными усилиями пытаться реализовать поставленные цели... Наиболее адекватным инструментом для реализации поставленной задачи является используемый практически во всех развитых и многих развивающихся странах — Форсайт. *Методология Форсайт* отличается от традиционного прогнозирования, футурологии (изучения будущего) и стратегического планирования и не сводится к предсказанию: это методология организации процесса, направленного на создание общего у участников видения будущего. Эта методология связана не с предсказанием будущего, а скорее с его формированием, что позволяет считать Форсайт специфическим инструментом управления технологическим развитием, опирающимся на создаваемую в его рамках инфраструктуру».

В тексте документа не удалось обнаружить алгоритма формирования будущего и управления технологическим развитием. Только в одной из сносок отмечалось, что «в целом, в работы по различным блокам научно-технологического Форсай-

та в течение 2007–2008 гг. было вовлечено несколько тысяч экспертов различного профиля. Базовое сообщество наиболее квалифицированных экспертов составляет более 2 тыс. человек, что сопоставимо с экспертными сообществами в зарубежных системах Форсайта».

Содержание «ДПНТР-2025» не произвело ожидаемого впечатления ни на заказчика (Минобрнауки России), ни на научное сообщество. В пост-релизе, опубликованном на сайте «Наука и технологии РФ» [27], приводится комментарий министра: «Некоторые рекомендации экспертов, изложенные в прогнозе, выглядят тривиальными. Ничего сверхнеожиданного я в этом докладе не нашел. Но это не значит, что огромная работа не имеет смысла. Наоборот, мы подтвердили некоторые предположения, которые у нас имелись». Значительное количество замечаний к содержанию было высказано научным сообществом в ходе обсуждения программы на форуме Scientific.ru «Бытие российской науки» [30].

Инициатива Минобрнауки России по проведению второго цикла долгосрочного научно-технологического прогнозирования (2008–2009) была «нацелена на отработку методологии прогноза...» [30]. В рамках этого цикла были «уточнены перспективные тематические области и выявлены группы (пакеты технологий), развитие которых в наибольшей степени будет способствовать парированию вызовов и негативных тенденций для России». Во введении к Аналитическому резюме «ДПВНТР-2030» [9], появляется фрагмент, выделенный как *методология исследования*. Изложенная на двух страницах методология представлена как набор следующих аналитических процедур:

- Выявляются глобальные и российские вызовы и тренды, влияние на которые можно реализовать в научно-технологической сфере. Уточняются перечни перспективных тематических областей и пакетов технологий в рамках рассматриваемых приоритетных направлений развития науки и техники.
- Устанавливаются взаимосвязи между вызовами и трендами и тематическими направлениями и пакетами тех-

нологий через ответ на вопрос: «Какие тематические области и пакеты технологий могут способствовать ответу на выявленные вызовы и усилению или ослаблению трендов?»

- Строится матрица, строки которой — тематические области и пакеты технологий, столбцы — вызовы и тренды, а элементы, оцениваемые экспертным путем, показывают интенсивность влияния строк на столбцы.
- Выявляются окна возможностей для парирования вызовов и встраивания в тренды и затем ранжируются по степени их влияния.
- На базе первого этапа приоритизации с учетом приоритетов по окнам возможностей производится окончательное определение тематических областей и пакетов технологий соразмерно их вкладу в решение проблем, стоящих перед Россией.

Кроме того, в документе поясняется, что «в рамках третьего цикла прогноза применялся широкий спектр методов: библиометрический и патентный анализ, картирование стейкхолдеров, количественные и качественные модели, сценарии, углубленные интервью, фокус-группы, экспертные панели и анкетные опросы, а для валидации результатов были сформированы экспертные панели, включающие более 1000 ведущих российских и зарубежных ученых, представителей бизнеса, органов государственного управления по всем рассматриваемым приоритетным направлениям развития науки и технологий». Интересно заметить, что библиометрия, как отмечено Р. Поппером в публикации рубрики «Мастер-класс» журнала «Форсайт», не входит в число наиболее часто используемых методов исследования будущего ни в одном из регионов мира [31, с. 65].

Представляется важным обратить внимание, что еще при проектировании второго цикла выполнения долгосрочного прогноза (2008–2009) государственным заказчиком ставилась задача *отработки методологии прогноза*, а методикой называют *систему правил использования методов, приемов и операций*. В методологии же, как отмечала В. П. Конеч-

кая [32], «методы представляют собой *не хаотичную совокупность, а упорядоченную систему*, в которой определяется их место в соответствии с конкретным этапом исследования, использование технических приемов и проведение операций с фактическим материалом в заданной последовательности».

В Аналитическом резюме «ДПВНТР-2030» на основе анализа материалов более тысячи ключевых российских и зарубежных научно-технологических прогнозов, результатов библиометрических и патентных данных, а также проведения экспертных оценок *«выявлены тематические области, имеющие наиболее высокую степень конкурентоспособности по сравнению с аналогичными направлениями за рубежом по каждому из семи рассматриваемых приоритетных направлений»*. Дополнительно для каждого направления была получена оценка уровня российских исследований по следующей шкале: *«белые пятна»* — существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ; *«заделы»* — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут использоваться для форсированного развития соответствующих направлений исследований; *«возможность альянсов»* — наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных на равных сотрудничать с мировыми лидерами; *«паритет»* — уровень российских исследований не уступает мировому; *«лидерство»* — российские исследователи являются лидерами на мировом уровне.

Такой же алгоритм оценки конкурентоспособности национальных научных заделов использован и в монографии «Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России».

#### **Методология долгосрочного прогнозирования сети отраслевых центров**

В Аналитическом резюме «ДПВНТР-2030» отмечается, что «при проведении анкетных опросов и обсуждении полученных результатов активно использовалась сеть отраслевых центров прогнозирования, созданная на базе шести ведущих

вузов при координирующей роли НИУ ВШЭ. На конец 2012 г. сеть включала в себя более 200 научных и образовательных организаций, компаний в 30 регионах России и более 15 зарубежных стран» [8, с.11].

По результатам конкурса, проведенного в 2011 г. Минобрнауки России, с шестью ведущими российскими вузами были заключены государственные контракты на проведение НИР по формированию отраслевых центров прогнозирования: Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики готовил прогноз по направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», Московский физико-технический институт — по направлению «Индустрия наносистем», Сибирский государственный медицинский университет — по направлению «Науки о жизни», Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» — по направлению «Энергоэффективность и энергосбережение», Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского (МАТИ) — по направлению «Транспортные и космические системы», Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (географический факультет) — по направлению «Рациональное природопользование».

К началу 2013 г. отраслевыми центрами прогнозирования были представлены описания около 150 трендов с указанием конкретных экономических и социальных эффектов, их влияния на сектора экономики, возможностей открытия новых рынков, наличия в России научно-технологических заделов и «белых пятен». Было выделено также около 50 тематических приоритетных областей развития прикладной науки (многие из них вошли в утвержденную в декабре 2012 г. государственную программу развития науки и технологий до 2020 г.) и более тысячи детально описанных конкретных направлений. В формате самостоятельной монографии эти прогнозы найти не удалось, видимо, они были интегрированы в «Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России», анализ некоторых из них выполнен в разделе «Формирование системы научно-технологического прогнозирования России» настоящего доклада.

О методах построения прогнозов, используемых этой сетью, созданной на базе ведущих российских вузов, известно только, что «Форсайт был назван *методологической основой деятельности отраслевых центров прогнозирования*» [33]. Нам удалось ознакомиться с монографией «Когнитивные системы мониторинга и прогноза научно-технологического развития государства», выполненной по результатам НИР «Разработка теоретических основ когнитивных систем мониторинга и прогноза...» [34] в Томском государственном университете в рамках третьего цикла долгосрочного прогноза. В монографии отсутствует самостоятельный раздел, описывающий методологию мониторинга и прогноза. На с. 214 отмечается, что «количественные и качественные атрибуты технологических проектов характеризуются неопределенностью в будущих периодах, зашумленностью, размытостью данных. Поэтому для их анализа предлагается использовать когнитивные методы». Сами методы (но не методология построения прогноза как система взаимосвязанных методов) подробно изложены на с. 215–230, ограничимся лишь их перечислением: «Построение нечетких деревьев решений», «Фазификация данных методом нейросетевого обучения», «Алгоритм нечеткого ID3», «Метод обратного распространения параметра по иерархическому нечеткому дереву решений», «Структура нейро-нечеткого дерева решений с гауссовскими функциями принадлежности», «Извлечение нечетких диагностических решающих правил».

Использование столь мощного математического аппарата, позволившего сочетать Форсайт и нейро-нечеткое моделирование для целей долгосрочного прогнозирования научно-технологического развития РФ, казалось, дает авторам возможность сделать нетривиальный прогноз. Однако выводы исследования разочаровывают: «В ближайшее 10-летие Россия может достичь технологического лидерства в некоторых областях развития технологий, в которых она добилась видимых успехов: нанотехнологиях, атомной промышленности, космосе, информационно-коммуникационных технологиях, фармацевтике» [34, с. 333]. По сути, авторы перечисляют крупные предметные области глобальной науки, при

этом никак не обосновывают возможность достижения лидерства.

Кроме того, в монографии сообщается, что «экспертной группой были выделены еще 16 наиболее перспективных технологий: *дешевая солнечная энергия, беспроводная связь в сельской местности, повсеместный доступ к информации, генетически модифицированные культуры, быстрое биотестирование, фильтры и катализаторы, целевая доставка лекарств, дешевое автономное жилье, экологически чистое производство, повсеместная радиочастотная идентификация, гибридные транспортные средства, повсеместное распространение датчиков, тканевая инженерия, усовершенствованная диагностика здоровья человека, мобильные компьютеры, квантовая криптография*» [34, с. 342]. Критерии, согласно которым именно эти 16 технологий и именно в таких формулировках признаны «наиболее перспективными», в монографии отсутствуют.

#### МЕТОДОЛОГИЯ АКТУАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Представляется, что в национальную систему технологического прогнозирования, в том виде, в каком она сформирована в настоящее время, слабо интегрированы инструментарий двух важных элементов — системы научно-технологического мониторинга и системы научно-технологической экспертизы, что создает угрозу ошибочного выбора ограниченного числа критических технологических направлений, на базе которых могут сформироваться новые индустрии.

Не менее важно, с нашей точки зрения, разделять цели, задачи и инструментарий отдельных элементов национальной единой системы технологического прогнозирования.

Наконец, результаты технологических прогнозов только тогда будут интегрированы в процесс технологической модернизации России, когда на них будет рефлексиро-



**Рис. 18.** Ключевые элементы национальной единой системы технологического прогнозирования

вать институциональная организация отечественной науки (рис. 18).

Принципы интеграции и распределения «зон ответственности» отдельных элементов технологического прогнозирования иллюстрирует следующий пример.

Существует очевидный глобальный вызов — истощение запасов углеводородов на планете. В качестве технологического ответа на этот вызов предлагается эффективное использование возобновляемых видов энергии. В формате *долгосрочного прогноза* эксперты определяют возможные векторы развития таких технологий, например в области солнечной энергетики.

В формате *научно-технологического мониторинга* выполняется анализ фронтов исследований в области солнечной энергетики и динамики патентования по направлениям, выделенным на основании этих фронтов. Называть такие данные прогнозом не совсем корректно, поскольку получены они на основании ретроспективного анализа публикационного и патентного потока за последние 10 лет.

Когда же на рассмотрение экспертного совета ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы»



**Рис. 19.** Динамика роста числа патентов по направлениям фронтов исследований в области солнечной энергетики  
Источник: Orbit, данные на 31.10.2013 г.

поступает проект, предлагающий, например, использовать новый способ создания тонкопленочных фотоэлектрических элементов с меньшим расходом материалов — «Способ использования микроволнового нагрева для синтеза солнечных ячеек из меди, цинка и сульфидов олова», то для принятия решений по этому проекту наряду с данными научно-технологического мониторинга важно получить данные научно-технологической экспертизы проекта, в рамках которой следует уточнить не только совпадение заявленной темы с фронтом исследований, технологизируемость именно этого направления (рис. 19, синие столбики), но также сравнить стоимость и токсичность предлагаемых и традиционных солнечных элементов (на базе кремния и телурида кадмия), расшифровать патентные концепции технологических драйверов, которые уже движутся в этом направлении, оценить динамику цен на некоторые материалы альтернативной энергетики.

В качестве недостающих элементов единой национальной системы технологического прогнозирования нами предложена *методология актуализации технологических приоритетов РФ на основании научно-технологического мониторинга*.

Предлагается с использованием новейших аналитических сервисов и Web-приложений, а также систем семантического поиска последовательное выполнение набора аналитических процедур, дающих совокупность измеряемых показателей, имеющих разный вес, среди которых:

- оценка устойчивости роста публикационной активности и увеличения доли области знания в глобальном публикационном потоке;
- оценка интенсивности развития научного направления в ведущих исследовательских центрах мира;
- оценка интенсивности развития научного направления в крупных промышленных компаниях мира;
- оценка увеличения степени мультидисциплинарности области знания;
- мониторинг патентной активности по научно-технологическому направлению;
- анализ патентной стратегии технологических драйверов;
- оценка степени конкурентоспособности российских научных заделов по составу патентов, вышедших за пределы РФ;
- мониторинг поглощения стартапов крупными технологическими компаниями по выбранному направлению;
- оценка динамики формирования нового корпуса специалистов с новым набором исследовательских компетенций в странах — технологических лидерах и компаниях — технологических лидерах.
- оценка динамики появления сетевых объединений исследователей по выбранному направлению;
- анализ грантового финансирования по выбранному направлению;
- оценка возможности использования научного задела для обороноспособности страны и целый ряд других.

Приведем несколько примеров использования и интерпретации данных по отдельным аналитическим процедурам.

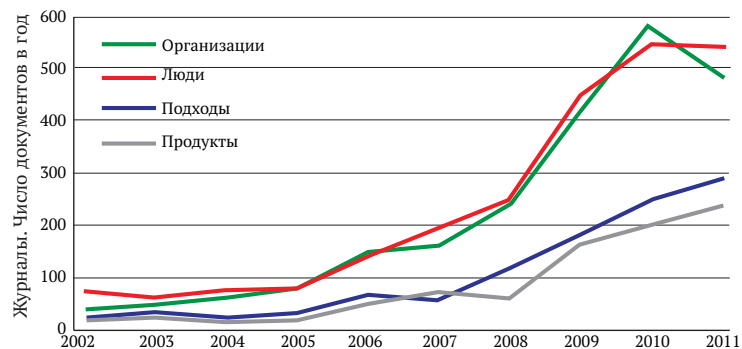
## МОНИТОРИНГ ПАТЕНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПО НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ НАПРАВЛЕНИЮ

Необходимость проведения сопряженного анализа роста исследовательской активности и перспектив технологизации предполагаемого приоритета демонстрирует развитие такого актуального, инвестиционно привлекательного, широко обсуждаемого футурологами тренда, как поиск и разработка биомаркеров. Биомаркерами называют как вещества, по содержанию которых в организме диагностируют и прогнозируют различные заболевания, так и вещества, которые специально вводятся в организм для диагностики функций органов или для детекции клеток определенного типа. Биомаркеры позволяют заранее выявлять риск развития заболеваний, а также предсказывать эффективность лекарственных препаратов. Поэтому у данного направления исследования есть большой потенциал сформировать рынок.

Поиску биомаркеров уже были посвящены тысячи исследовательских проектов по всему миру с миллиардными бюджетами. Это направление заявлено как приоритетное и в утвержденной в России в 2012 г. «Стратегии развития медицинской науки до 2025 года» [35]. В «Долгосрочных приоритетах прикладной науки в России» разработке биомаркеров посвящен раздел 3.7 «Геномная паспортизация человека».

На рис. 20 представлена динамика числа организаций, исследователей, обсуждаемых подходов и концепций рыночных продуктов, отраженных в научных периодических журналах за 2002–2011 гг. по направлению «Онкобиомаркеры».

Красной линией показана динамика числа персоналий (исследователей, авторов публикаций, патентообладателей, венчурных инвесторов, экспертов и т. д.), которые вносят интегральный вклад в развитие этого научно-технологического направления. Зеленая линия отражает динамику участия организаций (государственных организаций, университетов, исследовательских лабораторий, промышленных компаний, венчурных фондов и т. д.) в финансировании и поддержке данного исследовательского направления. Серая линия иллюстрирует динамику упоминаний о прототипах будущих



**Рис. 20.** Динамика числа организаций, исследователей, обсуждаемых подходов и концепций рыночных продуктов, отраженных в научных журналах за 2002–2011 гг. по направлению онкобиомаркеров  
Источник: illumin8, данные на 21.02.2013 г.

высокотехнологичных продуктов массового производства. Наконец, синяя линия отражает динамику обсуждаемых технологических подходов.

Отчетливо виден резкий рост числа научных публикаций и организаций, проявляющих активность и заинтересованность в развитии этой области знаний начиная с 2007 года. Количество предлагаемых и обсуждаемых в журнальных статьях подходов к созданию возможных коммерческих продуктов также растет. Однако следует помнить, что все эти показатели характеризуют активность исследовательского процесса.

Когда же мы обращаемся к анализу патентов за те же десять лет (рис. 21), то здесь наблюдается уже совсем иная динамика. Число заявителей (организаций) и патентообладателей (персоналий) не так стабильно, как в публикациях, но все же растет год от года. А вот число защищенных патентами технологических подходов к решению проблемы создания коммерческих биомаркеров практически не увеличивается и исчисляется единицами. Более того, можно отметить тенденцию к снижению количества исследователей и организаций по этой теме, наметившуюся в 2010 году. Наблюдаемая тенденция позволяет говорить о высоких рисках и



**Рис. 21.** Динамика активности процесса технологизации в области разработки онкобиомаркеров, 2003–2012 гг.  
Источник: illumin8, данные на 21.02.2013 г.

преждевременности приоритетного финансирования данного направления как прикладного, несмотря на чрезвычайно высокую степень его социальной и экономической значимости.

Для комментария такой ситуации крайне важно получить экспертное мнение от специалистов, имеющих большой опыт проведения исследований в данной области, что позволяет им сформировать «видение» перспектив технологизации научного направления. Открытый университет Сколково 14 марта 2012 г. пригласил с почетной лекцией «Биомаркеры: первые шаги к персонифицированной медицине или миф?» доктора философии по вычислительной биологии Оксфордского университета Виталия Пруцкого, который более 18 лет изучает проблемы молекулярной и клеточной биологии. Оценки эксперта совпали с данными анализа, результаты которого представлены на рис. 21. Он перечислил по меньшей мере шесть факторов, которые, по его мнению, не позволят сформировать в ближайшее время новые глобальные рынки биомаркеров. Это — высокая стоимость технологии, множественность измерений, нарастание числа технических и практических проблем, слабость измеряемого сигнала на фоне большого шума, сложность и неопределенность нормативного регулирования.



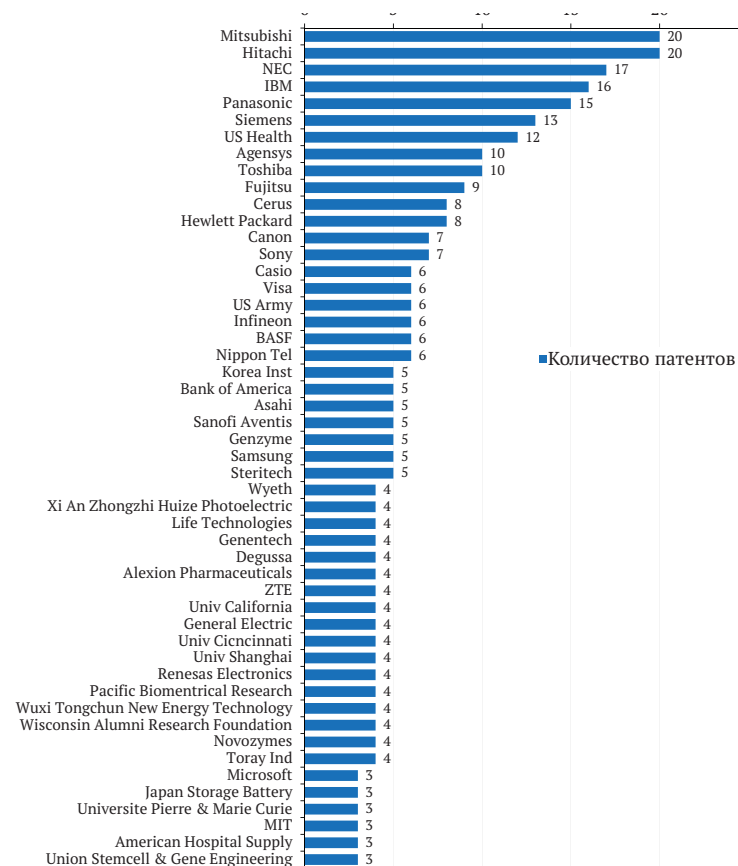
Таким образом, всплеск числа публикаций и показателей их цитирования, в течение значительного времени сопровождающийся отсутствием патентов в данной области, свидетельствует о наличии существенных технических детерминант, ограничивающих возможность технологизации научного знания. Направления, подобные этому, следует рассматривать, с нашей точки зрения, как приоритеты фундаментальных исследований и финансировать на средства Российского фонда фундаментальных исследований и Российского научного фонда, но рассматривать их как научные заделы для развития технического комплекса России представляется преждевременным.

### ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЯХ МИРА

Не всегда экспертные мнения и совпадение с мировым трендом могут являться главным аргументом при отборе проектов для финансирования. На рис. 22 отражена стабильность динамики патентования по технологиям консервации и хранения клеточных продуктов. Однако важно



**Рис. 22.** Динамика патентования технологий консервации и хранения клеточных продуктов  
Источник: Orbit, данные на 20.10.2013 г.



**Рис. 23.** Топ-50 патентообладателей в области технологии консервации и хранения клеточных продуктов  
Источник: Orbit, данные на 20.10.2013 г.

учитывать, что темпы развития этого направления в странах-конкурентах существенно выше, чем в РФ: Китай с 2009 по 2012 г. имеет полуторакратный ежегодный прирост числа патентов в данной области, США получают по 50 патентов в год начиная с 2002 г., а Япония — примерно по 40 патентов в год.

Анализ топ-10 и топ-50 патентообладателей (рис. 23) дает следующие результаты: среди топ-10 патентообладателей 9 — крупные промышленные корпорации, а среди топ-50 патентообладателей — лишь пять университетов, остальные — крупные компании, в том числе: *Mitsubishi* — 20 патентов, *Hitachi* — 20 патентов, *Agensys* — 10 патентов. Аналитики инвестиционных фондов отмечают, что научные заделы, рожденные в ходе выполнения корпоративных НИР, превращаются в рыночные продукты в среднем за 2 года, тогда как разработки, рожденные в лабораториях, добиваются до рынка в среднем за 10 лет. Это говорит о том, что «приближенность к конвейеру» некоторых приоритетных направлений является критерием для выделения группы проектов, в софинансировании которых должны участвовать предприятия промышленного сектора.

Российские патенты по безопасной консервации и хранению 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 г.), и поданы лишь 3 международных заявки на патент, 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.

Для сравнения, в топ-10 среди обладателей патентов в области тканевой инженерии входит 9 университетов и лишь одна компания. Это дает основание считать такое направление исследований перспективным для конкуренции и попадания России в число мировых технологических лидеров.

#### ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ВЕДУЩИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРАХ МИРА

Мониторинг стратегий ведущих исследовательских центров мира является обязательным элементом научно-технологической мониторинга и разведки. Он в первую очередь обе-

спечивает информационную поддержку реализации стратегии «опережать не догоняя».

Технологические драйверы постановкой четких исследовательских задач, целевым финансированием определенных проектов и направлений вынуждены раскрывать свои исследовательские стратегии и приоритет, что в конечном счете определяет возникновение новых технологических трендов.

Таблица 2. Топ-10 исследовательских организаций, лидирующих в области создания биоматериалов, и используемые ими подходы

Ранг	Исследователи	Организации	Подходы	Продукты
1	Wang, X.	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	tissue engineering	Hydrogel
2	Busscher, H. J.	Kyoto University	Biocompatibility, Polymer drug delivery	
3	Wang, Y.	National University of Singapore	surface modification, tissue regeneration	Collagen
4	Niinomi, M.	Networking Research Center on Bioengineering Biomaterials and Nanomedicine	supplemented coating	alloy
5	Van Der Mei, H. C.	University of Toronto	design desirable	Hydrogel
6	Zhang, X.	University of California	preparation	Hydroxyapatite
7	Zhang, Y.	University of Michigan	coating	Protein
8	Ikada, Y.	Brigham and Women's Hospital	engineering	Chitosan
9	Li, X.	University of Bologna	characterization	Polyurethane
10	Vallet-Regi, M.	Tsinghua University	composition	Polypeptide

В табл. 2 представлены топ-10 организаций (университетов и сетевых центров), захватывающих лидерство в исследованиях по биоматериалам, выделенные по результатам целой серии аналитических процедур. Кроме того указано, на какие технологические подходы делается ставка в этих научных центрах, какие ученые возглавляют исследовательские группы и прототипы каких продуктов ими уже получены.

Тот факт, что первую позицию в перечне лидирующих исследовательских центров, развивающих работы в области биоматериалов, занимает *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, является косвенным подтверждением того, что данная субдисциплина имеет большой потенциал технологизации. Именно в этом предпринимательском университете созданы все условия для быстрого развития и капитализации «вспышек» так называемого (в среде MIT) технологического видения профессоров и студентов университета.

#### ОЦЕНКА УВЕЛИЧЕНИЯ СТЕПЕНИ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОСТИ ОБЛАСТИ ЗНАНИЯ

Мультидисциплинарные исследования характерны для крупных целевых программ, они, как правило, направлены на решение научных проблем с четким поисковым запросом, поставленных государственным заказчиком или крупными промышленными корпорациями.

Ярким примером таких «постановочных» мультидисциплинарных исследований являются проекты DARPA: «Портативные искусственные глаза», «Манипулятор руки» и другие. Сам факт высокой мультидисциплинарности научно-технологического направления указывает, с нашей точки зрения, на большой потенциал получения прорывного научного знания.

В табл. 3 приведены компетенции *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* по биоматериалам. Обращает на себя внимание тот факт, что только одна компетенция из пяти образована статьями, относящимися к одной дисциплине — биоматериалам. Остальные компетенции — мультидисциплинарны.

ТАБЛИЦА 3. АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
МИРОВОГО УРОВНЯ MIT ПО БИОМАТЕРИАЛАМ

Компетенция	Ключевые слова	Дисциплины
DC #2	Polymers; Surfaces; Nanoindentation	Macromolecules & Polymers; Nanotechnology; Biomaterials
DC #5	Microfluidics; Cells; Microfluidic Analytical Techniques	Sensors & Actuators; Biomaterials; Surfactants
EC #87	Peptides; Nanofibers; Self assembly	Biomaterials; Surfactants; Bone Joint Surgery
EC #149	Glycerol; Tissue engineering; Elastomers	Biomaterials; Macromolecules & Polymers
EC #154	Transfection; Genes; DNA	Pharmaceutical Research; Biomaterials
EC #180	Collagen; Scaffolds; Tissue engineering	Biomaterials

Источник: SciVal spotlight, данные на 01.11.2012 г.

#### ФОРМИРОВАНИЕ КОРПУСА СПЕЦИАЛИСТОВ С НОВЫМ НАБОРОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Анализ состава корпуса специалистов с новым набором исследовательских компетенций является важной частью научно-технологического мониторинга. Большие риски мы видим в инвестировании бюджетных средств в технологические проекты, не имеющие должного кадрового обеспечения.

Нам представляется уместным напомнить, что в «Долгосрочном прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года)», выполненном по заказу Минобрнауки России в 2007–2008 гг., по направлению «Живые системы» были выделены шесть групп тем, «для каждой из которых могут быть реализованы крупные многообещающие инновационные проекты», и среди них — «разработка технологии регенерации тканей и органов методами клеточной инженерии».

Таблица 4. Численность выпускников последиplomного образования в различных научных областях, инженерии и здравоохранении в США, 2000–2010 гг.

Области знания	Численность выпускников 2000 г.	Численность выпускников 2010 г.	Темп изменения численности выпускников за 2000–2010 гг., % <sup>1</sup>
<b>Наука</b>	<b>26 911</b>	<b>37 095</b>	<b>40</b>
Сельскохозяйственные науки	822	1195	45
Биологические науки	16 734	21 537	30
Компьютерные науки	344	748	115
Науки о Земле, атмосфере и Мировом океане	1155	1760	50
Математические науки	385	756	95
Физические науки	6270	7703	25
Психология	730	1077	50
Социальные науки	471	646	35
Другие науки <sup>2</sup>	–	1673	–
<b>Инженерия</b>	<b>3313</b>	<b>6956</b>	<b>110</b>
Авиа- и ракетостроение	111	191	70
Архитектура	–	10	–
<b>Биомедицинская инженерия</b>	<b>220</b>	<b>1036</b>	<b>370!</b>
Химические технологии	703	1092	55
Гражданское строительство	295	570	95
Электроинженерия	525	1097	110
Промышленное строительство	48	163	240
Машиностроение	480	1009	110
Металлургия/технология материалов	507	835	65
Другие области инженерии	424	953	125
Здравоохранение	12 891	19 364	50
Клиническая медицина <sup>3</sup>	11 555	16 610	45
Другие области здравоохранения	1336	2754	105

Источник: National Science Foundation (NSF), Social, Behavioral and Economic Sciences. URL: <http://www.nsf.gov/statistics>

<sup>1</sup> Изменения 2000–2010 гг. округлялись до ближайших 5%.

<sup>2</sup> Включает коммуникации, науки о семье и потреблении/науки о человеке, неврологию и мультидисциплинарные/междисциплинарные исследования. Эти поля были добавлены в 2007 г., хотя о некоторых анонсированных в них программах сообщалось до 2007 г. в других областях.

<sup>3</sup> Включает в себя научно ориентированных студентов-выпускников в области анестезиологии, кардиологии, эндокринологии, гастроэнтерологии, гематологии, неврологии, акушерства/гинекологии, онкологии/раковых исследований, офтальмологии.

Однако по истечении 5 лет с момента создания прогноза ни в одном из 63 медицинских вузов России и 12 медицинских факультетов государственных университетов нам не удалось обнаружить кафедру биоинженерии! Между тем по данным Национального научного фонда США, за период с 2000 по 2010 г. корпус национальных биомедицинских инженеров в Соединенных Штатах вырос на 370% (табл.4), а в Российской Федерации его еще только предстоит создать.

#### МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ, ОТБИРАЕМЫХ ДЛЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ

Предлагается с использованием новейших аналитических сервисов и Web-приложений, а также систем семантического поиска последовательное выполнение набора аналитических процедур, дающих совокупность измеряемых или однозначно трактуемых показателей, имеющих разный вес, среди которых:

- оценка стабильности роста публикационной активности за 10 лет;
- оценка степени совпадения темы проекта с содержанием мировых фронтов исследований;
- оценка потенциала технологизации направления (динамика количества подходов, защищаемых патентами, и рост числа классов МКИ и пр.);
- оценка степени отставания от лидеров по числу патентов и публикаций;
- сравнительный анализ концепций патентов зарубежных и отечественных технологических драйверов;
- анализ топ-10 и топ-50 патентообладателей;
- оценка возможности использования научного задела для повышения обороноспособности страны;

- интегральная оценка потенциала индустриализации научного задела и целый ряд других показателей.

Для иллюстрации использования некоторых из перечисленных аналитических процедур проведем экспертизу трех проектов, произвольно выбранных из числа поддержанных ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» [36]:

- Разработка технологии и создание модульной установки производства «зеленого» моторного топлива и других ценных продуктов из высокоэнергонасыщенной биомассы – микроводорослей для повышения эффективности использования энергогенерирующих мощностей (далее – первый проект).
- Разработка научно-технических основ создания энергетически эффективных установок энергоснабжения на основе фотоэлектрических преобразователей солнечного излучения (далее – второй проект).
- Исследование путей повышения эффективности устройства преобразования солнечной энергии в лазерное излучение с использованием фуллерен-кислород-йодного лазера с солнечной накачкой (далее – третий проект).

Для выполнения библиометрического и патентного анализа по теме первого проекта использованы синонимы термина «моторное топливо» — биодизель, биомасло, биоэтанол, авиационное топливо. Вместо термина «микроводоросли» использован термин «водоросли».

Аналитические процедуры по теме второго проекта проводили по расширенному запросу: «модульные или автономные фотоэлектрические энергетические установки» или «системы» или «оборудование».

Для анализа темы третьего проекта использованы два поисковых образа: «фуллереновые наноструктуры» и «кислород-йодный электрический лазер».

### ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ РОСТА ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ЗА 10 ЛЕТ

Проанализирована динамика публикационного потока в WoS по исследованиям, посвященным получению биотоплива из водорослей (тема первого проекта). По поисковому образу «biodiesel or biofuel and alga\*» найдены 1604 статьи. Начиная с 2009 г. отмечается экспоненциальный рост количества публикаций и их цитируемости в данной области исследований (рис. 24). Ежегодное количество публикаций по этой теме исчисляется сотнями документов.

Анализ динамики публикационной активности в БД WoS по теме второго проекта — фотоэлектрические энергетические установки или системы или оборудование (solar cell\* or solar photovoltaic) показывает стабильное увеличение числа публикаций на протяжении двух последних десятилетий, общее ежегодное количество которых исчисляется тысячами и десятками тысяч (рис.25).

Анализ публикационного потока в WoS по исследованиям в области применения фуллеренов в лазерной технике (тема третьего проекта: поисковый образ «fullerene and laser») показал, что пик исследований, касающихся применения фуллеренов в лазерной технике, пришелся на начало 2000-х годов. С середины 2000-х наблюдается отрицательная динамика публикационного потока.

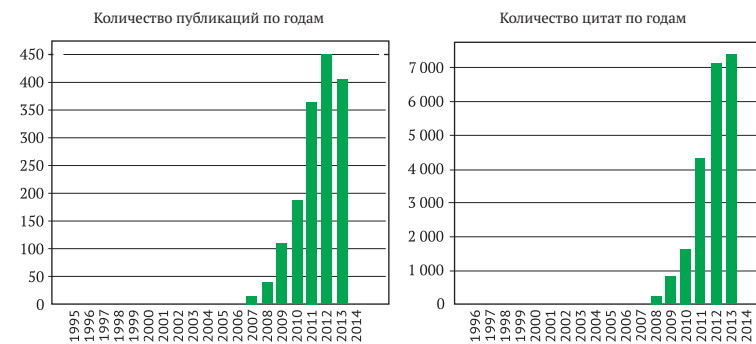
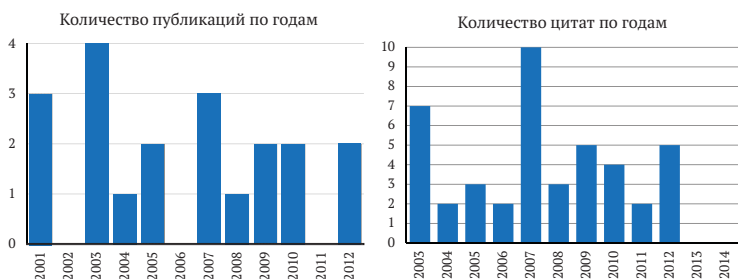


Рис. 24. Динамика числа статей и их цитируемости по проблемам получения биотоплива из водорослей в WoS  
Источник: WoS, данные на 06.11.2013 г.



**Рис. 25.** Динамика объема публикационного потока по запросу «solar cell\* or solar photovoltaic»  
Источник: WoS, данные на 05.11.2013 г.

По более конкретизированному поисковому образу в соответствии с темой третьего проекта («fullerene and oxygen and iodine and laser») в WoS за период с 1950 по 2013 г. можно обнаружить всего 20 статей (рис. 26). Диаграмма распределения публикаций по годам также демонстрирует отсутствие стабильной положительной динамики. Обращает на себя внимание тот факт, что все статьи написаны российскими исследователями, формально аффилированными с тремя организациями из Санкт-Петербурга, очевидно, связанными между собой.



**Рис. 26.** Динамика публикационной и цитатной активности WoS по поисковому образу «fullerene and oxygen and iodine and laser»  
Источник: WoS, данные на 07.11.2013 г.

Важно отметить, что WoS фиксирует высокий уровень самоцитирования всех статей: 25 из 43 ссылок на эти 20 публикаций являются самоцитированием.

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СОВПАДЕНИЯ ТЕМЫ ПРОЕКТА С СОДЕРЖАНИЕМ МИРОВЫХ ФРОНТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

С использованием БД ESI мы обнаружили лишь один мировой исследовательский фронт, релевантный первой теме и образованный 48 высокоцитируемыми публикациями. Среди авторов этих публикаций российских ученых нет (табл. 5).

Публикации этого фронта посвящены следующим темам: технологии производства, переработки и добыча биотоплива и других продуктов из микроводорослей; производство биодизеля из водорослей; применение микроводорослей сточных вод для производства биотоплива; оценка производственного потенциала липидов различных штаммов микроводорослей; увеличение производства биотоплива методами генной инженерии водорослей; технико-экономический анализ микроводорослей для производства топлива, экологическое сравнение водорослей с другими видами сырья для биоэнергетики.

**Таблица 5.** Фронты исследований по запросу «BIODIESEL OR BIOFUEL AND ALGA\*»

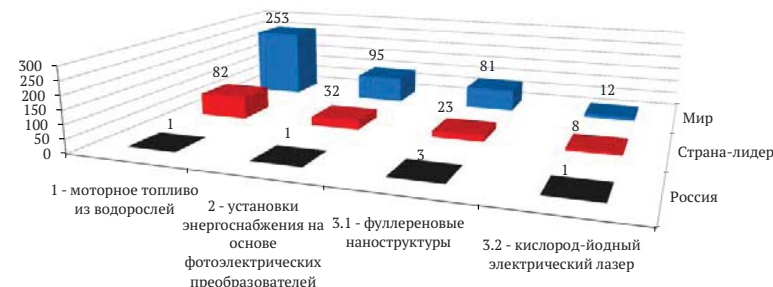
Фронт исследований	Перевод ключевых слов фронта исследований	Количество статей	Количество ссылок
1 real microalgae production plant; potential algal biodiesel production; sustainable algal biofuel production; us algae biofuels production scale-up; sustainable biofuels production	завод по производству микроводорослей; потенциал производства биодизеля из водорослей; устойчивое производство биотоплива из водорослей; увеличение масштабов производства биотоплива из водорослей в США	48	4734

Источник: ESI, данные на 06.11.2013 г.

По теме второго проекта на 05.11.2013 г. с помощью ESI идентифицировано 104 фронта исследований с ключевыми словами «solar cell\* or solar photovoltaic», что свидетельствует о мейнстримности данного направления. Проанализировав топ-20 фронтов по фотовольтаике, ранжированных по цитируемости, мы выделили следующие основные темы:

- увеличение КПД тонкопленочных солнечных батарей с помощью высокоэффективных сенсibiliзирующих (т. е. обеспечивающих повышенную светочувствительность) красителей (*dye\_sensitized solar cells – DSC*);
- сенсibiliзированные красителем тонкопленочные солнечные элементы, по мнению экспертов, являются новым словом с точки зрения технологии солнечных батарей;
- увеличение КПД тонкопленочных солнечных батарей с помощью возбуждения поверхностных плазмонов для усиления силиконовых солнечных батарей;
- высокоэффективные полимерные солнечные батареи с объемными гетеропереходами;
- солнечные батареи на основе сопряженных (конъюгированных) полимеров;
- разработка технологии изготовления roll-to-roll полимерных солнечных элементов на основе недорогих материалов (в том числе без использования индия – олова (indium-tin-oxide (ito), фуллеренов и вакуумной стадии);
- использование коллоидных полупроводниковых квантовых точек (КТ) в органических и гибридных солнечных батареях;
- тонкопленочные солнечные элементы на основе CZTS – технология с использованием компонента CZTS (медь цинк олово сульфид), вызвавшим к себе большой интерес ввиду отличных оптических свойств, дешевизны и экологической безопасности.

По теме третьего проекта не было обнаружено ни одного (!) исследовательского фронта с ключевыми словами «fullerene and laser». Анализ массива ESI Top Papers также не позволил выявить высокоцитируемых статей по данному направлению исследований.



**Рис. 27.** Количество патентных документов по темам трех проектов в мире, в стране-лидере и в России  
Источник: WIPO, данные на 06.11.2013 г.

#### ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОТСТАВАНИЯ ОТ ЛИДЕРОВ ПО ЧИСЛУ ПАТЕНТОВ И ПУБЛИКАЦИЙ

В целом обращает на себя внимание относительно слабая активность патентования по всем трем темам, которая не позволяет назвать их технологическими мейнстримами сегодняшнего дня (рис. 27). Напомним, что, например, результаты исследований в области транскраниальной стимуляции мозга постоянным током только за последние 13 лет защищены более 800 патентами, а технологические подходы в области биоинженерии – 2363 патентами.

Даже с поправкой на «периферийность» выбранных исследователями тем проектов следует обратить внимание на степень отставания России по количеству патентов от страны-лидера: по теме первого проекта в 82 раза (лидер – США), по теме второго проекта – в 32 раза (лидер – Китай), по теме третьего проекта в 7–8 раз (лидер – США).

#### ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНОЛОГИЗАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ

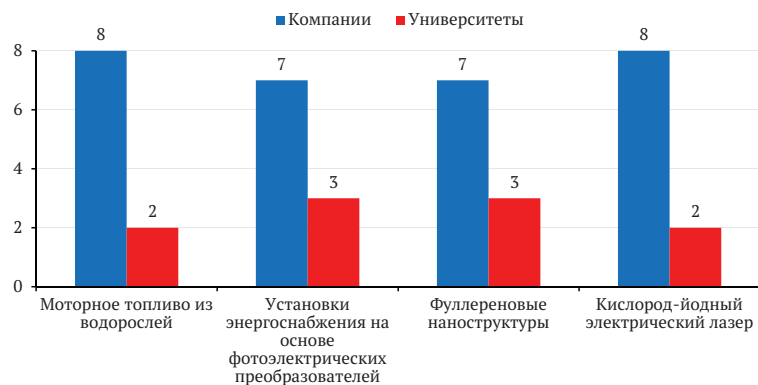
Динамику публикаций патентных документов можно оценить следующим образом: по теме первого проекта – нестабильный рост, по теме второго проекта – нестабильный рост, по теме третьего проекта – устойчивый спад (рис. 28, 3.1) и стагнация (рис. 28, 3.2).



**Рис. 28.** Динамика публикаций патентных документов по трем исследуемым темам  
Источник: WIPO, данные на 06.11.2013 г.

### Анализ топ-10 патентообладателей

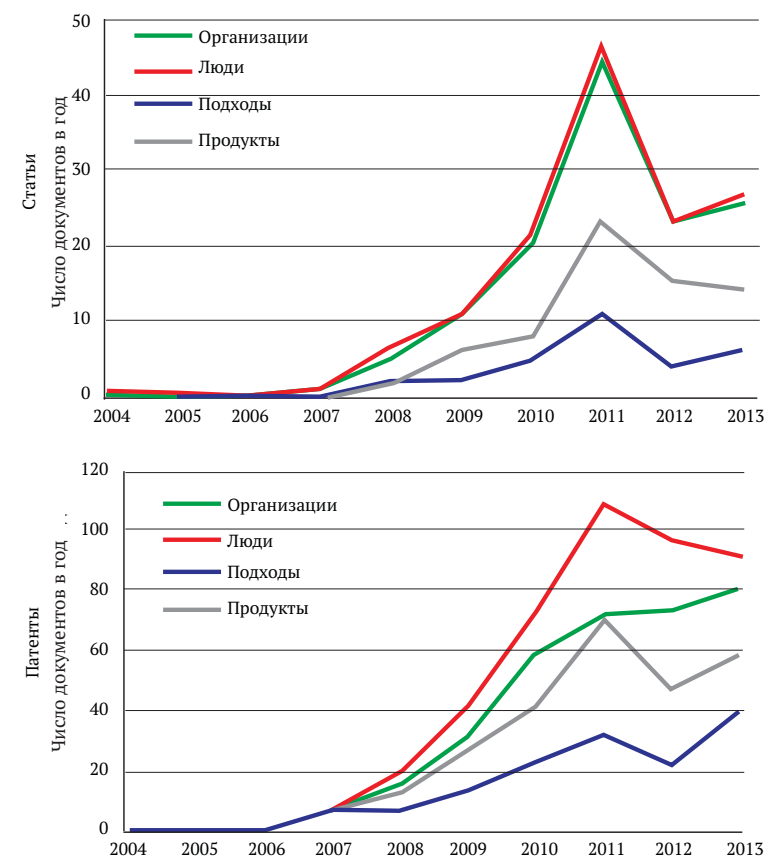
По темам всех трех проектов в числе топ-10 патентообладателей доля университетов в 2–4 раза меньше доли промышленных компаний (рис. 29), что также следует трактовать как фактор риска коммерциализации всех трех рассматриваемых проектов в случае отсутствия софинансирования со стороны промышленных компаний.



**Рис. 29.** Соотношение компаний и университетов в топ-10 патентообладателей по темам трех проектов  
Источник: WIPO, данные на 06.11.2013 г.

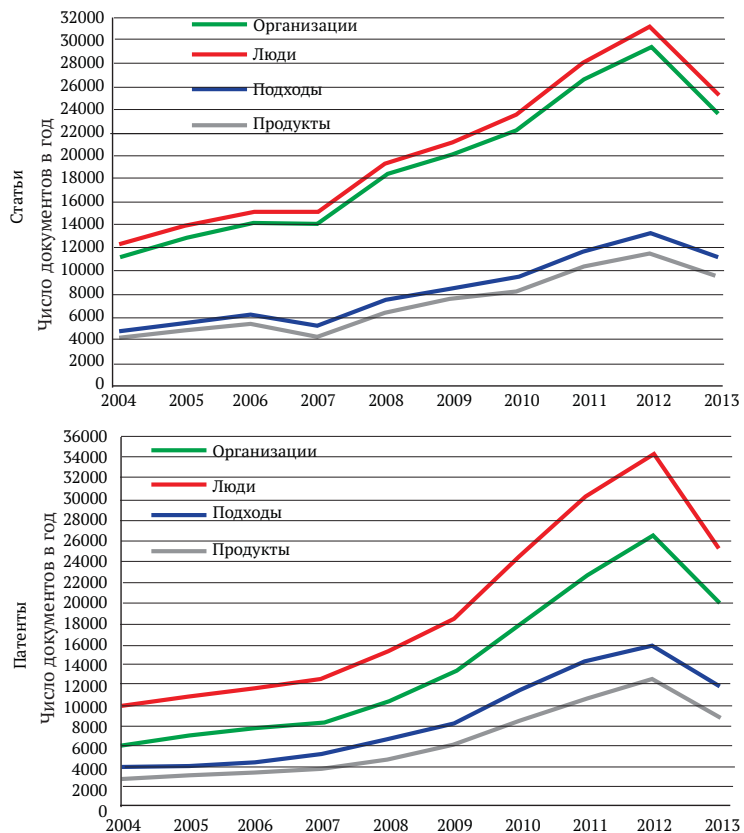
### ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРЕДЛОЖЕННАЯ В РАМКАХ ТРЕХ ПРОЕКТОВ

Интегральная оценка потенциала индустриализации технологий, предложенная в рамках трех проектов, представлена на рис. 30–32. Для проведения такой оценки была использована система семантического поиска illumin8.



**Рис. 30.** Интегральная оценка потенциала индустриализации технологии «biodiesel or biofuel and alga\*» (тема первого проекта)  
Источник: illumin8, данные на 07.11.2013 г.

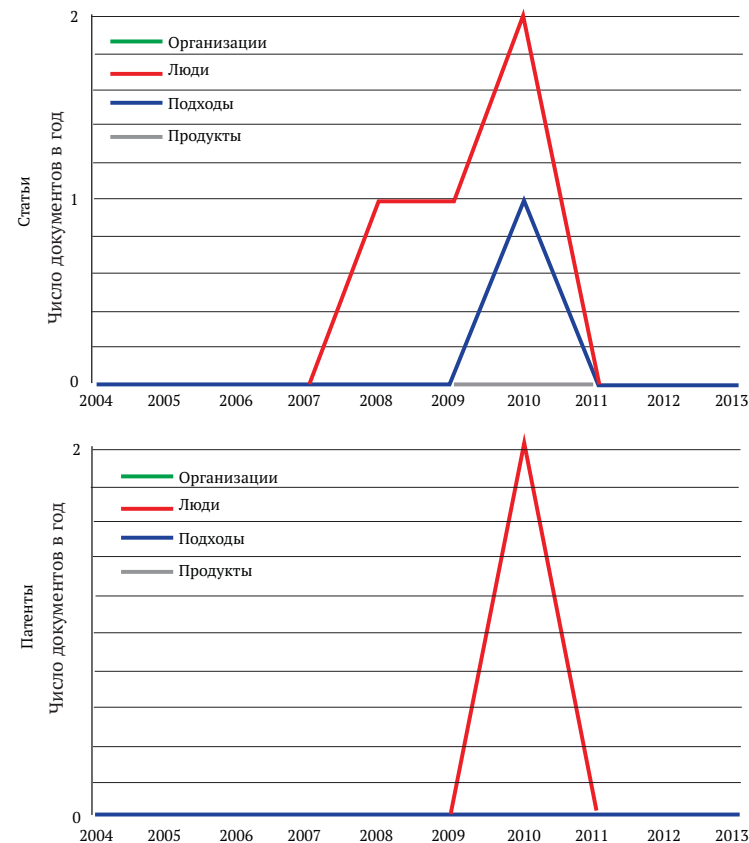




**Рис. 31.** Интегральная оценка потенциала индустриализации технологии «solar cell or solar photovoltaic» (тема второго проекта)  
Источник: illumin8, данные на 07.11.2013 г.

По совокупности оценок, полученным по результатам проведения 5 из 10 аналитических процедур, предусмотренных разработанной нами методологией научно-технологической экспертизы, можно сделать следующее *предварительное заключение*:

- решение о поддержке в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития



**Рис. 32.** Интегральная оценка потенциала индустриализации технологий «fullerene-oxygen-iodine and laser» (тема третьего проекта)  
Источник: illumin8, данные на 07.11.2013 г.

- научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» по первому и второму проекту следует признать обоснованным;
- решение о поддержке третьего проекта представляется необоснованным;
  - первый и второй проект имеют риски недостижения конкурентоспособности и нуждаются в администрировании.

СИСТЕМА АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ,  
ПОЛУЧИВШИХ ФИНАНСИРОВАНИЕ

Вопросы обоснования выделения приоритетного финансирования на научные исследования сами по себе сегодня становятся мейнстримом направления «Экономика науки», поскольку остро стоят даже в странах развитой науки. Широкое обсуждение вызвала статья государственного секретаря по научным исследованиям Испании К. Велы, которая считает, что средства государственного бюджета должны «поддерживать лишь самые конкурентоспособные проекты, приносящие ощутимые плоды или имеющие реальные перспективы, которые подтверждаются промежуточными результатами. Проекты, нацеленные на то, чтобы сделать лучше повседневную жизнь наших граждан» [37].

С такими подходами не согласны канадские исследователи Жан-Мишель Фортен и Дэвид Карри из Оттавского университета [38]. Они доказывают, что «стратегии финансирования науки, нацеленные на диверсификацию поддерживаемых проектов, продуктивнее тех, которые имеют своей целью поддержание лишь лучших из них». К такому заключению ученые пришли, измерив научный эффект исследований при помощи четырех параметров: количество опубликованных статей, индекс цитирования этих статей, самая цитируемая статья проекта и количество наиболее цитируемых статей. Канадские ученые отслеживали в течение четырех лет научные проекты в трех областях: биология животных, органическая и неорганическая химия и экология. Собранная информация была соотнесена с объемами государственного финансирования, полученными под каждый из проектов. Выяснилось, что «в случае увеличения объемов финансирования научный эффект исследований не увеличился, как можно было бы ожидать». Канадские ученые делают вывод о невозможности предсказать важное открытие или добиться конкретных результатов с помощью целевого финансирования. Ярким тому примером служат результаты огромного по финансированию проекта, направленного на борьбу с раком, развернутого в США 40 лет назад. Несмотря на колоссальные

средства и усилия, значительно увеличить эффективность терапии этого заболевания не удалось.

Кроме того, ученые обнаружили, что «два небольших гранта увеличили количество часто цитируемых статей на 20% больше, чем один крупный грант». Из этого они делают вывод о том, что целевое увеличение научной результативности практически невозможно, а попытки предсказать, будут ли достигнуты цели научного исследования, похожи на лотерею. Поэтому более эффективно распределять гранты среди большего количества научных сообществ. Это, по мнению Фортена и Карри, повысит вероятность того, что одно из них совершит великое открытие.

Нам представляется, что два изложенных выше подхода не являются полярными мнениями и могут стать сторонами одной медали в случае перехода принципа организации национальной науки на модель «науки быстрого реагирования» (термин авторов). Сегодня в качестве закономерной реакции на увеличение скорости обновления исследовательских стратегий во всех странах развитой и динамично развивающейся науки нарастает значимость процесса администрирования научных исследований. Например, в США уже фактически отработан механизм финансирования создания и деятельности специальных исследовательских центров под конкретную программу. Аналогичные тенденции совершенствования финансовых механизмов поддержки науки наблюдаются и в странах ЕС, где к тому же отрабатываются рычаги координации и поддержки меж- и мультидисциплинарных работ на национальном и наднациональном уровнях.

Такое администрирование национальных исследовательских программ не является неким абстрактным конструированием будущего. Оно основано на мониторинге существующих научно-технологических трендов, параметров меняющегося спроса, рынка и объективных потребностей общества, что позволяет выделять наиболее перспективные и интенсивно развивающиеся отрасли и прогнозировать междисциплинарные векторы их развития. Эти функции в Южной Корее, например, выполняет Корейский институт оценки и планирования в области науки и технологий, в Ки-

тае — Институт политики управления Китайской академией наук.

Задача поиска нестандартных подходов, позволяющих сделать выбор технологических направлений, которые приведут к увеличению доли в мировом валовом продукте и усилят значение в глобальном технологическом развитии, особенно остро стоит в крупных развивающихся странах. При этом ключевыми проблемами становления новейшего технологического уклада в стране являются не только повышение конкурентоспособности национальных научных заделов, но и создание корпуса исследователей с новыми компетенциями. Поэтому большие риски мы видим в инвестировании бюджетных средств в технологические проекты, не имеющие должного кадрового обеспечения. Так, например, как уже было отмечено выше, ни в одном из 63 медицинских вузов России и 12 медицинских факультетов государственных университетов нам не удалось обнаружить кафедру биоинженерии. Но даже если в каждом из вузов такие кафедры будут открыты, проблема их кадрового обеспечения встанет очень остро. Для сравнения, в США за период с 2000 по 2010 г. корпус национальных биомедицинских инженеров вырос на 370%, а в Российской Федерации его еще только предстоит создать.

На рисунках 4 и 33 показано, с какой скоростью нарастало количество публикаций и патентов по направлению «Биоинженерия». В 2008 г. этот мощно восходящий тренд был отмечен в «ДПНТР-2025». И если бы в 2009 г. 60 выпускников медицинских и инженерных вузов России были направлены на постдоковские программы в университеты США, то к сегодняшнему дню мы бы уже имели корпус отечественных специалистов, интегрированных в международное профессиональное сообщество, которые и возглавили бы 60 кафедр биомедицинской инженерии в российских медицинских вузах.

Достойна воспроизведения модель создания корпуса новых специалистов, используемая в Китае. Среди стран, граждане которых, по данным на 2009 г., получали образование за рубежом, с большим отрывом лидирует именно эта страна.



**Рис. 33.** Динамика общемирового числа патентов по биоинженерии  
Источник: Orbit, данные на 20.09.2013 г.

Благодаря такой тактике Китай быстро формирует корпус исследователей по мейнстримным направлениям. Триумфальный результат такой модели выражается не лозунгами, а данными патентной статистики: в 2012 г. по числу патентов по тканевой инженерии Китай опередил США.

Система администрирования проектов, поддержанных в рамках федеральных программ, предполагает выполнение следующих задач:

- выполнение обзора мировых фронтов исследований для коррекции исследовательских стратегий грантополучателей;
- выполнение обзора концепций патентов технологических лидеров и уточнение образа патентоспособных решений, полученных в рамках проекта;
- организационно-методическое обеспечение предотвращения потерь правовой охраны потенциальных объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов ноу-хау (коммерческой тайны) и патентоспособных результатов исследований;
- разработка рекомендаций построения эффективной международной коллаборации;

- разработка стратегии привлечения средств грантов международных фондов и организаций;
- разработка стратегии публикационной карьеры грантополучателей.

Ожидается, что предлагаемая нами система администрирования проектов, поддержанных в рамках ФЦП, позволит снизить риски неэффективного расходования средств федерального бюджета на исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Модель современной науки**, скорость приумножения, распространения и признания нового знания как нельзя лучше иллюстрирует следующий пример.

В 2006 г. в журнале «Cell» была опубликована статья Синья Яманака о возможности перепрограммирования взрослых клеток мыши в стволовые клетки.

В 2012 г. за «Открытие перепрограммирования “взрослых” стволовых клеток в плюрипотентные» Синья Яманака получил Нобелевскую премию по медицине. Таким образом, между первой публикацией, содержащей прорывной результат, и присуждением Нобелевской премии и началом технологизации открытия прошло всего 6 лет!

**Модель национальной системы технологического прогнозирования** России выразительно иллюстрирует следующий факт.

В 2008 г. представлен доклад «Долгосрочные приоритеты развития науки и технологий в Российской Федерации до 2025 года», где в число приоритетов «наук о жизни» «перепрограммирование клеток» включено не было (хотя его можно было зафиксировать на основе аномально высокой цитируемости публикации Синья Яманака 2006 года).

В 2013 г. направление «Исследование механизма и факторов перепрограммирования клеток» включено в монографию «Долгосрочные приоритеты прикладной науки России»

(т. е. через год после присуждения Нобелевской премии!) в качестве «долгосрочного приоритета» (!).

**Модель реализации приоритетов** долгосрочного прогнозирования отражает следующий факт.

В 2008 г. в «Долгосрочном прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года)» по приоритетному направлению «Живые системы» были выделены темы, «для каждой из которых могут быть реализованы крупные многообещающие инновационные проекты», и среди них — «разработка технологии регенерации тканей и органов методами клеточной инженерии».

В 2013 г. (по истечении 5 лет с момента создания прогноза!) ни в одном из 63 медицинских вузов России и 12 медицинских факультетов государственных университетов не созданы кафедры клеточной инженерии! За период с 2000 по 2010 г. корпус национальных биомедицинских инженеров в США вырос на 370% .

Представляется, что в национальную систему технологического прогнозирования, в том виде, в каком она сформирована в настоящее время, слабо интегрирован инструментальный двух важных элементов — системы научно-технологического мониторинга и системы научно-технологической экспертизы, что создает угрозу ошибочного выбора ограниченного числа критических технологических направлений, на базе которых в Российской Федерации в краткосрочной перспективе могут сформироваться новые индустрии.

Кроме того, с нашей точки зрения, при формировании системы прогнозирования произошло опасное смешение целей, задач и инструментария отдельных ее компонентов. Мы выделяем три элемента национальной системы прогнозирования:

- *долгосрочное прогнозирование*, задачей которого является обсуждение глобальных вызовов и формирование согласованного мнения по возможным путям их преодоления среди всех участников этого процесса (ученых, политиков, общественных деятелей, институтов развития и т. д.). Инструментом решения этой задачи явля-

- ется Форсайт, обобщающий и согласующий различные экспертные мнения, оценки и прогнозы;
- *научно-технологический мониторинг*, задачей которого является отслеживание трендов и появление новых перспективных направлений развития глобальной научно-технологической сферы на основе библиометрического и патентного анализа, а также целого ряда других критериев;
  - *научно-технологическая экспертиза*, задачей которой является оперативное реагирование на данные научно-технологического мониторинга и использование этих данных для принятия решений об отборе наиболее перспективных проектов для грантового финансирования и их администрирования. Инструментом для выполнения таких задач является комплекс аналитических процедур, объединенных единым алгоритмом, результатом использования которого является прозрачная и не зависящая от субъективных мнений количественная оценка любого рассматриваемого проекта.

Только сочетание результатов всех трех элементов системы технологического прогнозирования, с нашей точки зрения, позволит сосредоточить ограниченные финансовые ресурсы на развитии именно тех критических технологий, которые в краткосрочной перспективе могут создать новые индустрии для формирования нефтехимических доходных статей бюджета Российской Федерации.

В качестве дополнительного элемента единой национальной системы технологического прогнозирования нами предложена методология актуализации технологических приоритетов РФ на основании научно-технологического мониторинга, а также методология выполнения научно-технологической экспертизы национальных научных заделов.

Вместе с тем результаты выполненного нами исследования дают основание полагать, что какого бы высокого прогностического уровня ни достигали кратко- и долгосрочные технологические прогнозы, в отсутствие рефлексии на них

институциональной организации отечественной науки (которую мы предлагаем называть *моделью науки быстрого реагирования*) достижение технологического лидерства по выбранным направлениям будет маловероятным.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белоусов Д. Р. Проблемы российской экономики: политико-экономический взгляд. Российская экономическая стагнация: краткосрочные и долгосрочные источники, возможности преодоления. Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (презентация от 27 сентября 2013). <http://www.gosbook.ru/node/78819>
2. Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию от 12 декабря 2012 года. Официальный сайт Президента России. М., 2012. <http://www.kremlin.ru/news/17118>
3. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике». Российская газета – столичный выпуск № 5775. 9 мая 2012 г. <http://www.rg.ru/2012/05/09/gospolitika-dok.html>
4. Создание Межведомственной комиссии по технологическому прогнозированию. Проект протокола заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 17 мая 2013 года.
5. Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы. Портал Государственных программ Российской Федерации. <http://www.gosprogrammy.gov.ru/Main/ClientBin/Passports/14/Государственная%20программа%2014.pdf>
6. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года). Федеральный портал protown.ru <http://old.mon.gov.ru/files/materials/5053/prog.ntr.pdf>
7. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года. <http://prognoz2030.hse.ru/>
8. Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России / под ред. Л. М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ, 2013.
9. Долгосрочный прогноз важнейших направлений технологического развития на период до 2030 года. Аналитическое резюме. (По результатам государственного контракта Министерства образования и науки Российской Федерации от

- 14 июня 2011 г. № 13.511.12.1001 «Актуализация долгосрочного прогноза важнейших направлений научно-технологического развития на период до 2030 года»). <http://www.hse.ru/data/2013/02/08/1307847687/Аналитическое%20резюме%20по%20результатам%20работ,%20выполненных%20в%202012%20году.pdf>
10. BRAIN Initiative. <http://www.nih.gov/science/brain/index.htm>.
11. Alison Abbott. Brain-simulation and graphene projects win billion-euro competition // Nature, 2013. <http://www.nature.com/news/brain-simulation-and-graphene-projects-win-billion-euro-competition-1.12291>.
12. Brain Waves Module (2012). Brain Waves Module 3: Neuroscience, Conflict and Security. The Royal Society, RS Policy document 06/11, February 2012.
13. Миндели Л. Э., Черных С. И. Приоритетные направления развития и фундаментальная наука // Приоритеты и модернизация экономики России / под ред. И. Р. Курнышевой. СПб.: Алетей, 2011.
14. Федеральная целевая научно – техническая программа на 1996–2000 гг. «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» (утверждена Постановлением Правительства РФ № 1414 от 23 ноября 1996 г.). <http://base.garant.ru/1549052/>
15. Федеральная целевая научно-технической программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 годы (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 21.08.2001 № 605 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 12 октября 2004 г. № 540). [fcp/technika/progr.doc](http://www.fcp/technika/progr.doc)
16. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2006 г. № 977-р). [http://www.programs-gov.ru/32\\_1.php](http://www.programs-gov.ru/32_1.php)
17. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»

- (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2013 г. № 426). <http://www.fcpir.ru/catalog.aspx?CatalogId=2498>
18. Указ Президента РФ от 30 марта 2002 г. № Пр-576 «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу». <http://base.garant.ru/12127915/>
  19. Поручение Президента Российской Федерации от 17 апреля 2003 г. № Пр-655 о корректировке приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.
  20. Перечень критических технологий Российской Федерации (утвержден Президентом РФ 30 марта 2002 г. № ПР-578 Официальный сайт Президента России. М., 2002. <http://archive.kremlin.ru/text/docs/2002/03/30295.shtml>
  21. Перечень критических технологий Российской Федерации (утвержден Президентом РФ 21 мая 2006 г. № Пр-842). <http://base.garant.ru/197876/>
  22. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации». Официальный сайт Президента России. М., 2011. <http://www.kremlin.ru/news/11861>
  23. Постановление Правительства РФ от 22 апреля 2009 г. № 340 «Об утверждении Правил формирования, корректировки и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации». <http://base.garant.ru/195408/>
  24. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р). <http://base.garant.ru/194365/>
  25. Freeman C. Policies for Developing New Technologies (SPRU). 2005. [www.sussex.ac.uk/spru/documents/sewp98](http://www.sussex.ac.uk/spru/documents/sewp98).
  26. Анохин Р. Н. Нанотехнологии в системе национальных приоритетов инновационного развития // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. 2012. Т. 12. Вып. 4. С. 96–105.
  27. Сайт «Наука и технологии РФ». [http://strf.ru/innovation.aspx?CatalogId=223&d\\_no=16855](http://strf.ru/innovation.aspx?CatalogId=223&d_no=16855)
  28. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. 2013. <http://www.inpharm.ru/assets/files/akti-ministerstv/minec-prognoz-socceconomrazvitiya-rf-do2030.pdf>
  29. Онищенко Е. Е. Чудо-методика прогнозирования на российской земле и «Троицкий вариант» от 23 декабря 2008 г. №19. <http://trv-science.ru/2008/12/23/chudo-metodika-prognozirovaniya-na-rossijskojj-zemle/>
  30. Соколов А. В., Чулок А. А. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты // Форсайт. 2012. Т. 6. № 1. С. 12–25.
  31. Поннер Р. Мониторинг исследований будущего // Форсайт. 2012. Т. 6. № 2. С. 56–75.
  32. Конечная В. П. Социология коммуникации. (Глава XIII. Методология и методы). М.: Международный университет бизнеса и управления, 1997.
  33. Программа развития инновационной инфраструктуры. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Отраслевые центры прогнозирования научно-технологического развития на базе ведущих российских вузов. <http://www.hse.ru/org/hse/aup/innovat/23926779/01>
  34. Когнитивные системы мониторинга и прогноза научно-технологического развития государства / Т. В. Абрамова, Е. В. Ваганова, С. В. Горбачев, М. В. Грибовский и др. / под ред. д-ра техн. наук, проф. В. И. Сырымкина. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012.
  35. Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2580-р. <http://www.pro-goszakaz.ru/regulations/83751/>
  36. Конкурсы в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы». <http://www.fcpir.ru/catalog.aspx?CatalogId=390>.

Н. Г. КУРАКОВА, В. Г. ЗИНОВ, Л. А. ЦВЕТКОВА И ДР.

37. *Vela K.* Turn Spain's budget crisis into an opportunity//Nature. 2012. Vol. 486. No. 7.
38. *Fortin J-M, Currie D.* Big Science vs. Little Science: How Scientific Impact Scales with Funding//PLoS ONE 2013. Vol. 8. No. 6. e65263. doi:10.1371/journal.pone.0065263 <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0065263>.



*Научная литература*

Серия «Научные доклады: технологическое прогнозирование»

*Заказное издание*

**Куракова Наталия Глебовна  
Зинов Владимир Глебович  
Цветкова Лилия Анатольевна  
Еремченко Ольга Андреевна  
Голомысов Владимир Семенович**

Актуализация приоритетов  
научно-технологического развития России:  
проблемы и решения

Выпускающий редактор *Е. В. Попова*  
Редактор *Е. Г. Кожедуб*  
Художник *В. П. Коршунов*  
Оригинал-макет *О. З. Элоев*  
Компьютерная верстка *Е. В. Немешаева*

Подписано в печать ---.2013. Формат 60x90/16.  
Гарнитура ПТ Сериф. Усл. печ. л. 5,0. Тираж 1000 экз.  
Заказ № 1075.

Издательский дом «Дело» РАНХиГС  
119571, Москва, пр-т Вернадского, 82–84  
Коммерческий отдел – тел. (495) 433-25-10, (495) 433-25-02  
com@anx.ru  
www.domdelo.org

Отпечатано в типографии РАНХиГС  
119571, Москва, пр-т Вернадского, 82–84