

# ФОРСАЙТ

информационно-аналитический журнал

№ 3 (11) 2009



## В НОМЕРЕ:

Долгосрочный научно-технологический прогноз России до 2025 г.

стр. 6

Международный опыт Форсайта

стр. 60

Что такое наука? (часть 2)

стр. 68

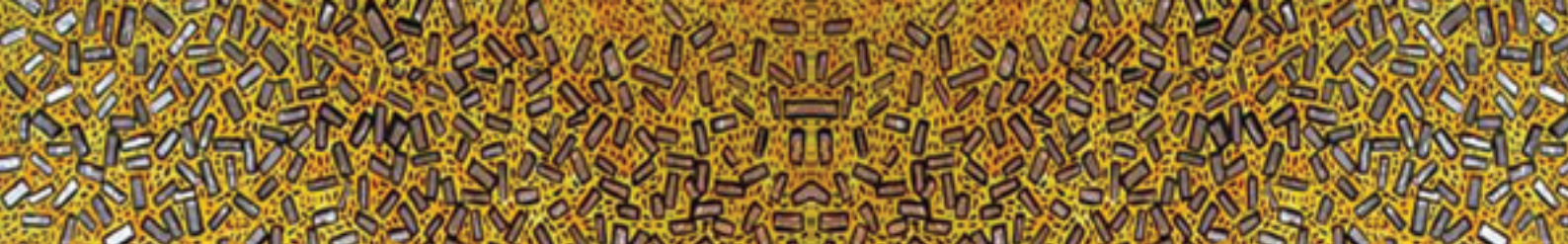
ISSN 1995-459X



9 771995 459777 >



В соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации журнал «Форсайт» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по направлению «Экономика» (протокол заседания президиума ВАК № 6/4 от 15 февраля 2008 г.).



**ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ**

**ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС**

В каталоге агентства «Роспечать» 80690

В Объединенном каталоге «Пресса России» 42286

**ФОРСАЙТ**

**Журнал выходит ежеквартально**



Периодичность выхода – 4 раза в год

Главный редактор Л.М. Гохберг

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Т.Е. Кузнецова

Е.Н. Пенская – заместитель главного редактора

М.В. Рычев

А.В. Соколов – заместитель главного редактора

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Л. Бах (Франция)

А.Р. Белоусов

Р. Зейдль да Фонсека (ЮНИДО)

М. Кинэн (Великобритания)

А.Н. Клепач

М.В. Ковальчук

Я.И. Кузьминов

Й. Майлс (Великобритания)

С.Г. Поляков

М. Сервантес (ОЭСР)

А.В. Хлунов

Г. Швайцер (США)

К. Шух (Австрия)

## РЕДАКЦИЯ

### Ответственный редактор

М.В. Бойкова

### Ответственный секретарь

Н.А. Гавриличева

### Литературный редактор

С.Ю. Иванова

### Корректор

И.А. Рыбакова

### Художник

М.Б. Зальцман

### Верстка

М.Г. Салазкин

### Адрес редакции:

101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20,

Государственный университет — Высшая школа экономики

Телефон: +7 (495) 621-28-01

E-mail: foresight-journal@hse.ru

Web: <http://foresight.hse.ru>

### Учредители:

Государственный университет — Высшая школа экономики, ООО «Планета: 5 континентов»

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, регистрационный номер ПИ № ФС77-27141

ISSN 1995-459X

© Государственный университет — Высшая школа экономики, ООО «Планета: 5 континентов»

## ИНДЕКС

организаций, упомянутых в номере

Airbus	34
Boeing	18, 23, 34
General Motors	16
Heidelberg Studiengruppe für Systemsforschung	72
King Research Inc.	70, 71
NASA	18
Philips	8
RAND Corporation	41
Renault	19
Samsung	8
Shell	8, 9
SITRA	62
Snecma Moteurs	34
Sony	8
Агентство по мониторингу науки и технологий Франции	76
Агентство по науке и технологиям Японии (STA)	62
Администрация Президента РФ	7, 9, 11
Банк Китая	13
Бюро переписей США	69
Всемирный банк	18
Высшая аттестационная комиссия Минобрнауки России	39
Гарвардская школа бизнеса	69
Госплан	7
ГУ-ВШЭ	5, 7, 35, 40
Деловая Россия	33, 36
Департамент реконструкции и снабжения Канады	70, 75
Европейская комиссия	61, 63
Институт статистических исследований и экономики знаний ГУ-ВШЭ	37
Институт теплофизики экстремальных состояний Объединенного института высоких температур РАН	59
Казначейство США	13, 14, 16
Комитет Болтона по изучению малых предприятий	78
Конгресс США	71
Корпорация «Метасинтез»	32
Лукойл	9
МВФ	18
МГУ им. М.В. Ломоносова	39
Межведомственный аналитический центр (МАЦ)	30-33
Международное энергетическое агентство	31
Министерство исследований и технологий Германии	62
Министерство промышленности и торговли РФ	30
Министерство связи и массовых коммуникаций РФ	30, 31
Министерство торговли США	77
Министерство энергетики РФ	59
Минобрнауки России	5, 7-9, 11, 12, 30, 36, 40
Минпромторг России	31
Минэкономразвития России	7, 9
Научный совет Норвегии	62
Научный фонд «Общественное благо» (Новая Зеландия)	62
Национальная федерация реферирования и индексирования США	71
Национальное агентство по оценке и Форсайту Испании	62
Национальный исследовательский совет Канады	70
Национальный комитет по ресурсам США	69, 70, 75
Национальный научный фонд США (ННФ)	69-72, 75
Национальный совет Ирландии по науке	73
Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)	7, 31, 69, 71-79
Правительство Российской Федерации	7, 11, 31
Правительство США	13
Росатом	10
Роснанотех	30, 38
Роспатент	37
Российская академия наук	30, 31, 59
Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП)	31, 33, 37
Российский фонд технологического развития	80
РФФИ	9
Совет безопасности РФ	7
Совет главных конструкторов	9
Совет по научным исследованиям при Президенте США	69, 70
Статистическое управление Канады	70
Счетная палата США	62
Торгово-промышленная палата РФ	33, 36
Университет Манчестера	7
Управление по проектам занятости США	74
Федеральная резервная система США	13, 16
Федеральное агентство по науке и инновациям (Роснаука)	5, 8, 12, 30, 40
ЦАГИ	34
Центр исследований научной политики (SPRU)	78
Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования	12
Центр стратегических разработок «Северо-Запад»	36
Центр фотохимии РАН	38
Центральное статистическое бюро Австрии	75
ЮНЕСКО	72-76
ЮНИДО	7

# Содержание

Исследования, аналитика, мастер-класс

## ОТ РЕДАКЦИИ

- 5 **Новые тенденции в российской практике Форсайт-исследований**

*Л.М. Гохберг*

## ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ ДО 2025 ГОДА

- 6 **От планирования к сценарному формированию будущего**

*Интервью с А.В. Хлуновым*

- 12 **Сценарии развития мировой и российской экономики как основа для научно-технологического прогнозирования**

*А.Ю. Апокин, Д.Р. Белоусов*

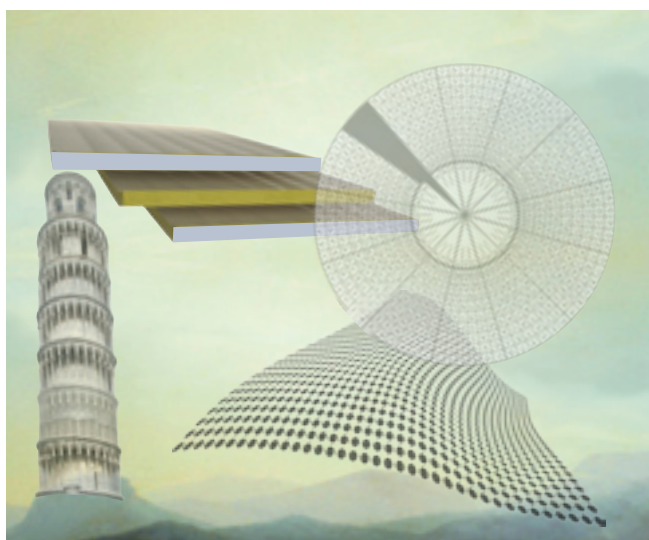
- 30 **Прогноз перспектив научно-технологического развития ключевых секторов российской экономики: будущие задачи**

*А.А. Чулок*

- 37 **Индикаторы**

- 40 **Будущее науки и технологий: результаты исследования Дельфи**

*А.В. Соколов*



## МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ

- 38 **Динамичная платформа для диалога**

*М.В. Алфимов*

- 39 **Междисциплинарный характер Форсайта**

*М.П. Кирпичников*

- 59 **Форсайт как навигатор**

*В.Е. Фортвов*

## МАСТЕР-КЛАСС

- 60 **Технологический Форсайт: международный опыт**

*М. Кинэн*

## НАУКА

- 68 **Что такое наука? Развитие статистического определения: 1920–2000 (часть 2)**

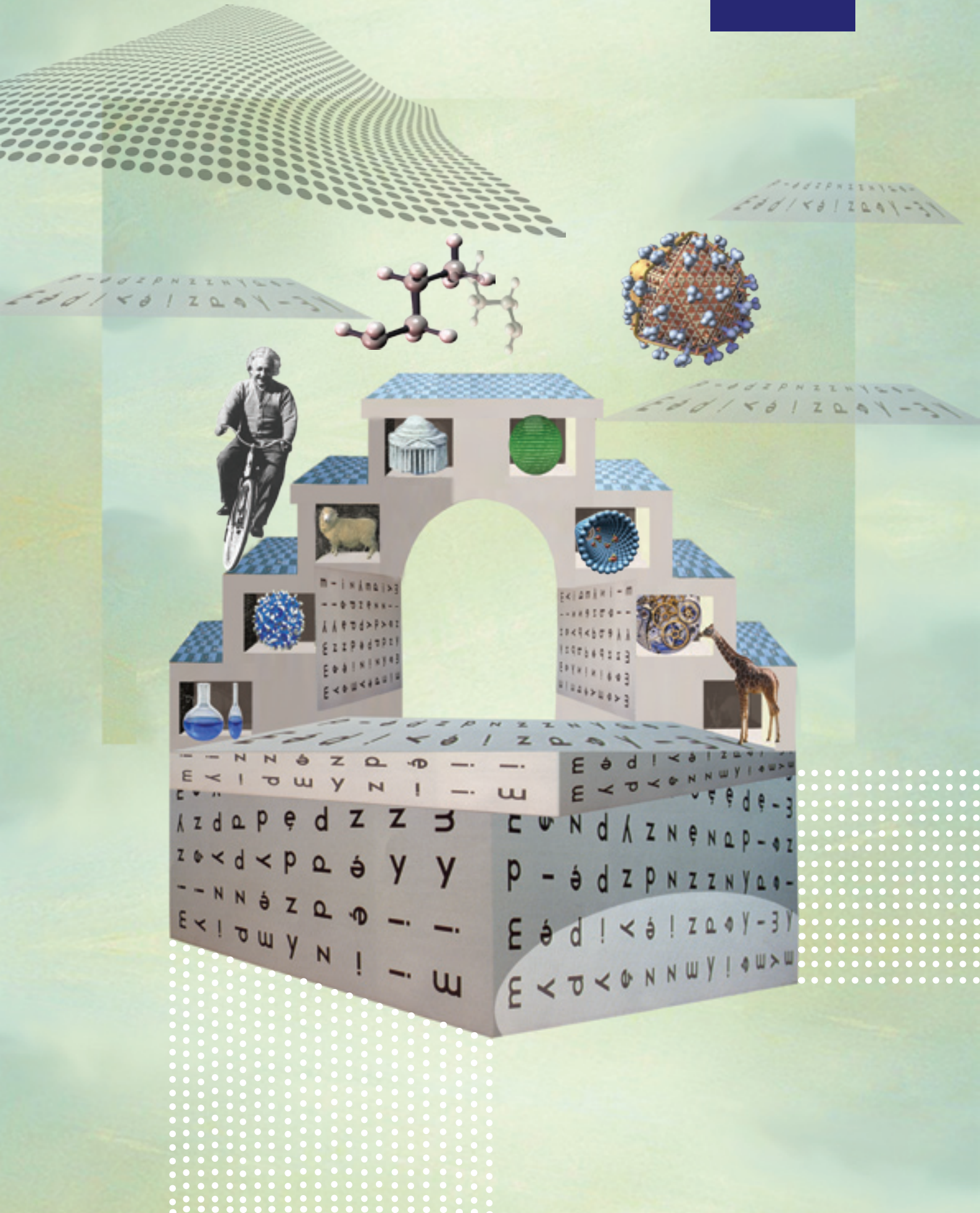
*Б. Годэн*

- 82 **ГЛОССАРИЙ**

- 83 **ИНФОРМАЦИЯ о журнале (на английском языке)**

- 84 **CONTENTS**

- 85 **НАШИ АВТОРЫ**



# НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ ФОРСАЙТ-ИССЛЕДОВАНИЙ

Л.М. Гохберг

История Форсайт-исследований в России насчитывает уже почти 15 лет. За эти годы различными ведомствами, организациями, научными коллективами были реализованы проекты, нацеленные на определение перспектив развития тех или иных научно-технологических направлений, секторов экономики, регионов. Однако, пожалуй, наиболее масштабным и по-настоящему комплексным исследованием подобного рода стал Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2025 года, подготовленный Министерством образования и науки Российской Федерации в 2007–2008 годах. Этому предшествовали и поручения правительства, и профессиональные дискуссии по поводу целей и методов Форсайт-исследований. Обсуждения продолжались в ходе разработки прогноза, не стихают они и сейчас, когда проект уже завершен. Все это свидетельствует о небезразличном отношении органов власти и профессионального сообщества не только к проблемам и перспективам развития сферы науки, технологий и инноваций, но и к вопросам Форсайт-исследований и их применимости к российским реалиям.

Прогноз разрабатывался в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» при непосредственной поддержке со стороны Федерального агентства по науке и инновациям. Сегодня на страницах журнала «Форсайт» мы представляем обзор основных итогов этой работы, включая макроэкономические, отраслевые и собственно научно-технологические аспекты. Рассматриваемый прогноз, как это легко заметить и из открывающего рубрику интервью с А.В. Хлуновым, и из последующих материалов, имеет свою предысторию, подчас непростую, и базируется на обширном предшествующем опыте всех участников. Свои взгляды на исследование и на проблемы Форсайта в целом высказывают видные российские ученые академики М.В. Алфимов, М.П. Кирпичников и В.Е. Фортов, принимавшие самое непосредственное участие в подготовке различных научно-технологических прогнозов. Удачным, на наш взгляд, завершением серии публикуемых статей служит статья Майкла Кинэна, одного из известнейших ученых в области Форсайт-исследований и активного

члена редакционного совета нашего журнала с момента его основания, посвященная обобщению мирового опыта в этой области.

Реализация вышеупомянутого проекта не только привела к получению необходимых результатов, но и послужила своего рода катализатором некоторых новых тенденций в отечественной практике Форсайта. Назову по крайней мере три из них.

- Наметился переход от восприятия Форсайта в сугубо информационном плане к его оформлению в качестве инструмента формирования доказательной политики. Примерами тому служат сложившаяся управленческая цепочка «Форсайт — приоритеты науки и технологий — структура целевых программ в сфере научно-технической политики», подготовка отраслевых и региональных стратегий на базе Форсайт-исследований, позиционирование Форсайта как базы для формирования технологических платформ и т. п.
- Происходит постепенное проникновение идей Форсайта в сознание лиц, принимающих решения, в научное и образовательное сообщество, несколько медленнее — в бизнес. Экспертные исследования все более и более затрагивают скептиков и даже оппонентов. Демонстрация успеха ряда проектов способствует также распространению подобных подходов в новых, нетрадиционных областях (достаточно упомянуть, в частности, Форсайт гражданского общества, осуществленный ГУ–ВШЭ).
- Форсайт-исследование как процесс консолидации позиций различных акторов, представляющих государство, бизнес, научно-образовательную сферу, гражданское общество, приобретает самостоятельную ценность. Выработка согласованного видения будущего и путей достижения намеченных целей становится фактором, непосредственно определяющим эффективность стратегий и политических мер.

Ожидается, что новый раунд Форсайт-исследований, инициированный Минобрнауки России в начале 2009 г., станет следующей крупной вехой в этом направлении. Редакция намерена следить за ходом исследований и предоставлять страницы журнала их участникам и комментаторам. E

# ОТ ПЛАНИРОВАНИЯ

## К СЦЕНАРНОМУ ФОРМИРОВАНИЮ БУДУЩЕГО



**В интервью журналу заместитель Министра образования и науки Российской Федерации Александр Витальевич Хлунов рассказал о предпосылках, основных задачах и некоторых результатах прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу. Он также поделился своим мнением по поводу того, какие эффекты прогноз может иметь для научно-технологического прогресса в России и насколько профессиональные сообщества страны готовы к подобным проектам.**



**Долгосрочный прогноз научно-технологического развития проводится в современной России впервые. Почему именно два года назад Правительство Российской Федерации и Министерство образования и науки Российской Федерации посчитали целесообразным акцентировать внимание на долгосрочном прогнозировании? Каковы основные ожидания, связанные с этим решением?**

В течение длительного времени Министерство образования и науки Российской Федерации участвует в программах международного сотрудничества в сфере долгосрочного прогнозирования. В частности, с ОЭСР. В работе организации принимают участие страны, придерживающиеся передовых методов управления как экономикой, так и государством. Изучая мировой опыт, мы пришли к выводу, что многие государства при формировании научно-технологической политики давно апробировали методiku долгосрочного прогнозирования. Последняя была взята на вооружение еще одной международной организацией — ЮНИДО. Ряд российских специалистов, в том числе из ГУ–ВШЭ, прошли обучение на курсах ЮНИДО и в Университете Манчестера. Это позволило не только подготовить кадры, но и перенять передовой международный опыт. Таким образом, пришло время и мы почувствовали готовность к реализации подобного рода проектов в России.

Некоторое время назад в ходе встречи с коллегами из Министерства экономического развития Российской Федерации возникла идея подготовить Концепцию долгосрочного социально-экономического развития (КДР). Полноценная КДР нуждается в научно-технологическом прогнозе, который стал бы ее базой. Идею удалось воплотить в рамках Федеральной целевой программы по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса, отдельные мероприятия которой были согласованы обоими министерствами.

Хотя нас и обвиняют в том, что мы потратили значительные ресурсы, мировая практика показывает, что подобные мероприятия являются очень дорогостоящими (взять, к примеру, бюджеты на них в Японии, Германии, Великобритании, Австрии и многих других странах). Когда сформировался достаточный кадровый ресурс, были решены актуальные организационные вопросы. Нам удалось заручиться поддержкой Правительства Российской Федерации, утвердившего постановление по реализации федеральных целевых программ. Благодаря специальной рабочей группе, организованной Минобрнауки России, в короткое время была разработана методология прогноза. Поскольку необходимость такого прогноза уже отметили в целой серии официальных документов, в частности в поручениях Совета безопасности, проект можно было начинать. Пожалуй, этот момент и следует считать точкой отсчета для Форсайта, долгосрочного научно-технологического прогноза в России.

**Как данный проект соотносится с другими прогнозными документами, в частности с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития, подготовленной Министерством экономического развития Российской Федерации?**

Долгосрочный прогноз стоит рассматривать параллельно с КДР. С самого начала мы договорились опираться на макроэкономический прогноз, призванный задать проекту некие рамки и ставший его первым этапом. Авторы макроэкономического прогноза были вовлечены и в работу над КДР. Научно-технологическая и отраслевая компоненты проекта будут в дальнейшем реализовываться на основе заданных рамок.

Долгосрочный прогноз и КДР разрабатывались почти синхронно. В какой-то момент практически завершился определенный этап Форсайт-прогноза и его результаты можно было официально представить в Администрацию Президента. Но чтобы соблюсти логическую последовательность в формировании научно-технологической политики, сначала нужно было выпустить КДР. Публикацию прогноза пришлось придержать.

**В СССР разрабатывалась Комплексная программа научно-технического прогресса с горизонтом прогноза 20–25 лет. В чем отличие современного подхода к прогнозированию развития науки и технологий?**

Важно понимать, что процесс подготовки Комплексной программы научно-технического прогресса носил совершенно иной характер, хотя и был не менее масштабным. Он проходил в условиях плановой экономики под руководством Госплана, мощной структуры, которая могла одновременно взаимодействовать со многими министерствами Союза. Программа представляла собой многотомный документ, самым детальным образом описывающий планы развития всех секторов. Сегодня мы перешли от понятия «план» к иной категории — формирование будущего. Последнее обусловило принципиальное отличие современных процедур от той гигантской работы, которая была сделана нашими предшественниками в Комплексной программе научно-технического прогресса: сейчас невозможно поставить на плановую основу ни отраслевой срез, ни какое-либо приоритетное направление; ученые пытаются активно воздействовать на вектор научно-технологического развития в том или ином направлении. В нынешних условиях централизованное планирование просто неосуществимо, ведь ряд отраслей не имеет никакого отношения к государственному сектору. К тому же темпы технологического прогресса за последние десятилетия серьезно возросли. Если раньше смена поколений технологий происходила за период 10–15 лет, то сейчас в авиации, например, она протекает существенно быстрее, менее чем за пять лет. Это заставляет отказаться от прежних методов планирования и перейти к сценарному формированию будущего, чем в общем мы сейчас и занимаемся.

**Насколько готовым оказалось российское научное сообщество к подобного рода проектам?**

На основе поставленных целей впервые была создана уникальная площадка, где могли взаимодействовать ученые, представители бизнеса и государственной власти. В связи с этим я не говорил бы только о научном сообществе. Несмотря на то что налаживание необхо-

димого многостороннего диалога — задача не первой срочности, она все же крайне важна. Без ее решения вряд ли удастся добиться каких-либо успехов в строительстве экономики, базирующейся на знаниях. При этом за достижение консенсуса в равной степени ответственны все участники, будь то бизнес, государство или наука. Между этими сторонами до сих пор сохраняются определенные барьеры. К бизнес-сообществу у российских граждан пока преобладает отрицательное отношение: большинство по-прежнему думает, что их богатство, скорее всего, незаслуженное. Не совсем правильно многие граждане воспринимают и исполнительную власть. Так, бытует мнение, что все чиновники коррумпированы. Да и на представителей науки общество порой смотрит неоднозначно. Например, по данным опроса, который проводился среди родителей учащихся, лишь 5–6% респондентов посчитали научную карьеру целесообразной для своих детей. Это уникальная ситуация. В тех же США 56% родителей называют профессию ученого престижной. С другой стороны, я сохраняю высокую степень оптимизма. Перемены все-таки приведут к тому, что в обществе сложится понимание того, что хорошо работающий человек имеет возможность заработать, приобрести почетный статус и к тому же принести блага государству. От результативности его труда напрямую будет зависеть зарплата чиновника. Сами же чиновники в условиях открытости заслужат больше доверия у населения. Ученые также начнут внимательнее присматриваться к интересам общества, а не только уделять внимание своим собственным предложениям по формированию тематики научных исследований. Убежден, что взаимные шаги каждой из сторон навстречу друг другу позволят скорее достичь общего консенсуса. В целом же научные круги в большей степени оказались готовыми к долгосрочному прогнозу, нежели бизнесмены, несмотря на то что в общении со мной руководители крупных корпораций отмечали его чрезвычайную полезность. Многие проявили особый интерес к методике и рассматривали возможность создания собственных отделов, которые занимались бы корпоративным Форсайтом, подобно компании Shell.

На мой взгляд, самая большая сложность заключается в том, что инновационное поведение бизнеса в России не поощряется; вопросы, связанные с развитием бизнеса, часто решаются не за счет инноваций, а при помощи иных механизмов. Те, кто внедряет инновации, вызывают подозрение и, следовательно, становятся объектами дополнительных налоговых проверок, и им приходится преодолевать дополнительные бюрократические барьеры. В такой ситуации успеха скорее добьется тот, кто способен лоббировать ограничение конкуренции на рынке или установление выгодных тарифов. Сейчас мы уже понимаем, что рост конкуренции — и на федеральном уровне, и особенно на региональном — позволит устранить эту проблему. Инновационное поведение должно вознаграждаться с точки зрения прибыльности, доходности бизнеса.

Минобрнауки России в свое время выступило с инициативой внести поправки в Налоговый кодекс с целью предоставления льгот тем, кто инвестирует в НИОКР. И это было сделано. Проведенный нами опрос выявил: в отношении предприятий, заявивших

в налоговой декларации о своих вложениях в науку и инновации, налоговыми органами были проведены дополнительные проверки. Крупные корпорации меньше подвергаются подобным проверкам благодаря тому, что имеют собственные юридические департаменты с высококвалифицированными специалистами. Что касается малых или средних компаний, то они стараются избежать потенциальных судебных издержек и других негативных последствий и поэтому нередко отказываются декларировать свои инвестиции.

Конечно, в таком поведении властей нет злого умысла. Безусловно, нужно проводить специальную подготовку налоговых и таможенных инспекторов. Представьте себе, например, ситуацию, когда ввозится уникальное оборудование — поскольку оно не имеет аналогов, его стоимость оценить непросто, к тому же инспектор не знает, как его оформить.

Бизнесу, со своей стороны, также следует определиться, что для него более выгодно: инновационное поведение, которое приводит в конечном итоге к существенным позитивным эффектам, или отдельные тактические решения, которые становятся препятствием на пути долгосрочного развития. На данном этапе долгосрочному видению бизнес предпочитает краткосрочную тактику на два-три года.

Поскольку наш прогноз был ориентирован на долгосрочный период, найти партнеров из бизнес-структур было нелегко. Все же я уверен, что со временем в России появятся собственные высокотехнологичные компании, аналогичные Samsung, Sony, Philips. Вырастить отечественные крупные инновационные компании, которыми можно было бы гордиться не за то, что они из-под земли сырье достают, а за их интеллектуальный капитал, реализуемый в нужных потребителю высокотехнологичных товарах, — одна из актуальных задач.

### **Сколько времени, по Вашей оценке, должно пройти, чтобы начали появляться подобные инновационные компании?**

Здесь необходимо исходить из вектора развития существующих компаний, к примеру госкорпорации «Росатом». На национальном уровне это монополист, на мировом — организация сталкивается с жесточайшей конкуренцией. С точки зрения структуры доходов она ориентирована преимущественно на конкуренцию на внешних рынках, хотя и несет колоссальную государственную ответственность. Корпорация прежде всего заинтересована в видении на долгосрочную перспективу, особенно учитывая, что ядерные технологии разрабатываются не на 5–10 лет, а на более длительный срок. Например, лицензия на работу ядерного блока выдается как минимум на 30 лет и, как правило, продлевается еще два раза, каждый по 10 лет. Задачи, стоящие в настоящий момент перед корпорацией, такие как разработка новых реакторов, будь то быстрые или существенно модифицированные водо-водяные реакторы, разработка замкнутого ядерно-топливного цикла с переработкой и утилизацией ядерных отходов, осуществимы при наличии долгосрочного видения.

Как показывает опыт США, простое строительство ядерных блоков (которых в стране более 100) недоста-

точно для функционирования рынка. К этой проблеме необходимо подходить комплексно. В частности, в стоимости производимой энергии следует учитывать затраты на утилизацию ядерных отходов, как, впрочем, и самого ядерного реактора, что повлечет за собой появление дополнительных требований не только к строительству или эксплуатации реакторов, но и потребует решения целого ряда вопросов после их вывода из эксплуатации. Для подобных корпораций долгосрочные ориентиры критически важны, и они в первую очередь должны основываться на долгосрочном прогнозе Российской Федерации. Полагаю, они будут проводить собственный корпоративный прогноз, ориентированный на преодоление более узких проблем. В то же время корпорации нуждаются в общенациональном прогнозе, так как проблемы ядерной энергетики в существенной степени являются материаловедческими. Нельзя забывать и о развитии инфраструктуры и образования.

Говоря об отечественных сырьевых гигантах, еще раз обратимся к опыту Shell. В ее прогнозе существенное внимание уделено не только капитализации огромных ресурсов — разведанных, недоразведанных или эксплуатируемых, — но и вопросам технологической переработки, комплексному освоению полезных ископаемых, внедрению новых технологий, что, в свою очередь, приводит к выходу за рамки основной отрасли. Таким образом, корпорация диверсифицирует многочисленные риски. Если взглянуть на показатели капитализации и биржевые котировки, то можно заметить, что западные сырьевые компании за счет диверсификации пострадали от кризиса меньше, чем российские. Это свидетельствует о том, что наличие комплексного стратегического видения позволило смягчить последствия кризиса.

#### **Удалось ли заинтересовать проектом отечественные сырьевые компании, например «Лукойл»?**

Возможно, на корпоративном уровне компании и проводили аналогичные исследования, но мне об этом неизвестно. Во всяком случае, они не обращались в министерство с предложением об углублении взаимодействия в данной области. Хочется верить, что второй этап прогноза будет проводиться в более тесном контакте с бизнесом и, в частности, с сырьевыми компаниями. Сегодня пришло осознание того, что многое надо менять не только в экономической культуре, но и в структуре бизнеса, в том числе сырьевых компаний. Введение законодательных актов, касающихся переработки попутного газа, принятие решений, связанных с переходом на новые виды топлива, изменение стандартов энергоэффективности — все это заставляет компании планировать бизнес не на два-три года, а на более далекую перспективу. В связи с этим необходимо разрабатывать детальные долгосрочные прогнозы, формировать будущие ориентиры, как в секторе переработки углеводородов, так и в энергетике в целом.

#### **Кто участвовал в проекте в качестве экспертов? Какие квалификационные критерии учитывались при их отборе?**

Критерии отбора экспертов были очень просты. Они основывались на наукометрических показателях, отражающих публикационную активность, патентную активность, цитируемость. Министерство предоставило доступ к базам данных, прежде всего по проектам РФФИ и федеральным целевым программам. Это стало возможным благодаря тому, что работа по определению приоритетных направлений науки, технологий и техники ведется многие годы, функционируют соответствующие рабочие группы. В ходе проекта исполнителями была выявлена степень активности тех или иных экспертов, составлены собственные базы данных. Так что, полагаю, уровень отобранных экспертов достаточно высок, при том что сама культура экспертизы не идеальна и требует совершенствования. Обычно, когда специалистов просят принять участие в экспертных мероприятиях, они часто ссылаются на занятость и, только видя результаты таких мероприятий, понимают, насколько они значимы и информативны. Тем не менее я уверен, что культура экспертизы постепенно сложится, число экспертов будет расти, а их профессиональный уровень повысится.

#### **Как Вы оцениваете результаты проекта и воздействие, которое он может оказать на развитие науки и технологий в стране?**

Реализация проекта не обошлась без сложностей. Было много критических замечаний по поводу первого этапа — правда, не все из них конструктивны. Мы получили одобрение правительственной комиссии и целого ряда других структур, таких как Совет главных конструкторов, и подали проект на рассмотрение в Администрацию Президента. Часть недостатков устранили, часть — еще предстоит. Главный вопрос для долгосрочного прогноза независимо от того, в какой стране он реализуется, — станет ли он основой для государственных решений? Это в первую очередь зависит от системы принятия государственных решений: если она понятна и прозрачна, то возможность встраивания в нее прогноза значительно возрастает. Если же система только формируется, то отношение к прогнозу будет, вероятно, неоднозначным. Вряд ли можно утверждать, что результаты первого этапа прогноза были учтены при рассмотрении тех или иных вопросов, но во всяком случае, последующие решения руководства страны не шли вразрез с полученными результатами. Трудно сказать, достижение это или совпадение, но, факт остается фактом. При том что серьезных замечаний к результатам первого этапа и методологии не было, следует признать, что фундаментальной науке было уделено недостаточно внимания.

Надеюсь, что с окончательным формированием системы принятия государственных решений прогноз станет ключевой ее составляющей. Недавно мы представили предложения по проекту закона о стратегическом планировании, разрабатываемому Минэкономразвития России, в части, определяющей систему принятия решений. Однако вопрос, согласятся ли законодатели и другие ветви власти с мнением наших двух министерств, все еще открыт. Над этим еще предстоит поработать.

**В каких высокотехнологичных нишах мирового рынка, судя по результатам прогноза, Россия имеет шансы на реальное усиление своих позиций?**

Честно говоря, поставленный таким образом вопрос не имеет однозначного ответа. Нам удалось сохранить за собой традиционные рыночные ниши, где при определенных обстоятельствах возможно добиться прорыва. Хороший пример — госкорпорация «Росатом», которая присутствует более чем в 10 странах. Но такая ситуация скорее исключение, чем правило. В этой действительно наукоемкой сфере российские ядерные технологии конкурентоспособны.

Самой надежной ракетой-носителем в мире до сих пор является «Протон», и на рынке космических запусков позиции России устойчивы. Данная область довольно узка, и средняя стоимость запуска не столь высока, но, к сожалению, в других сегментах рынка космических услуг позиции России нельзя назвать доминирующими. Если мы научимся оказывать качественные спутниковые услуги, как в космическом сегменте, так и в рамках наземной инфраструктуры и передачи данных, то экономические эффекты многократно возрастут.

Еще один перспективный рынок — переработка углеводородов. Сейчас многие страны стараются сократить потребление углеводородов и начать использовать другие источники энергии, поэтому России необходимо расширить спектр предложений и перейти от сырья к инновационным решениям. В этом направлении многое уже делается.

В России имеется существенный потенциал в сфере глубокой переработки леса. Все мы являемся потребителями продукции переработки древесины, прежде всего мебели и бумаги, а это огромный внутренний рынок, который может стать благодатной почвой для применения высоких технологий, в том числе и нанотехнологий. Строительство «умных» домов на основе глубокой лесопереработки будет способствовать достижению колоссальных результатов по энергосбережению и экологичности. Прогноз выделяет сферу энергосбережения как очень перспективную.

В настоящее время при активной поддержке государства происходит формирование рынка наноиндустрии. Здесь прогноз высвечивает новые, пока не явные, но многообещающие области развития. Прорыв вероятен и в области биотехнологий и экологии, и в здравоохранении.

Сегодня ведущие страны позиционируют себя в качестве развитых не с точки зрения военных технологий, а с точки зрения наличия гражданских инновационных разработок. Эти рынки представляются наиболее емкими, и тот, кто сумеет превратить, например, проект генома человека в рыночный инструмент, разработать индивидуальные лекарства, позволяющие продлить жизнь или ее «разумный», активный период, будет обладать статусом мирового лидера в новых условиях. Основная конкуренция развернулась именно в научно-технологической сфере. Технологическое направление «Живые си-

стемы», обладающее высоким экономическим потенциалом, в России незаслуженно остается на вторых ролях.

Следует упомянуть и образовательные технологии. Возьмем опыт некоторых стран, в частности США и Финляндии, — здесь ставка на образование решает широкий круг вопросов в экономике. Именно акцент на образовании, сначала в средней школе, а потом и в высших учебных заведениях, позволил двум упомянутым государствам успешно развиваться. Я считаю, что это заслуга тех квалифицированных кадров и профессионалов, которые были выращены; они потянули за собой и инновационное поведение, и инновационные решения. Такая цепочка начинается именно со школьной скамьи. Образование является основным компонентом научно-технологического прогресса и функцией науки. Даже незначительные изменения в уровне образования влекут за собой колоссальные изменения в масштабах государства, в том числе в его экономическом прогрессе.

**Можно ли говорить о том, что Форсайт-проект помог выявить потенциальную базу для формирования нового технологического уклада в России?**

Действительно, для новой экономики необходим и новый технологический уклад. Поэтому руководство страны содействует его становлению. Не стану утверждать, что прогноз коренным образом все изменил, важно другое — он стал информационной основой для принятия решений по модернизации экономики и преобразованию ее структуры.

**Несоответствие предложения со стороны науки и спроса со стороны бизнеса — одна из давних проблем в нашей стране. В какой мере прогноз поможет преодолеть этот разрыв?**

Как я отмечал ранее, формирование площадки, где встретились три «одинокости» — наука, бизнес и власть, — крайне важно. В ходе проекта выявился ряд факторов: бизнес создает корпоративные бизнес-планы, исходя из конкретных целей, связанных с рентабельностью, доходностью в краткосрочной перспективе; для этого ему требуются даже не технологии, а услуги. Предприятия нуждаются в готовых комплексных решениях, которые они могли бы встроить в свои бизнес-планы и методично реализовывать. Наука, надо признать, по-прежнему базируется на принципах бюджетного финансирования, которые пока не связаны ни с эффективностью, ни с конечным результатом — доведением разработок до промышленного освоения.

Речь, конечно, не идет о том, что весь без исключения научный сектор должен ориентироваться на потребности бизнеса. Для этого существует так называемая корпоративная наука (к ней формально можно отнести многочисленные ФГУПы, функционирующие на контрактной основе). А поддержка фундаментальных исследований — в первую очередь прерогатива государства.

Думаю, что взаимодействие всех сторон в рамках работы над прогнозом было очень полезным. Чиновники начали понимать сложившуюся ситуацию более детально, что, несомненно, поможет им в подготовке новых федеральных целевых программ и структурировании их на принципах государственно-частного партнерства.

**Прогноз охватывал как научно-техническую сферу, так и отдельные высокотехнологичные отрасли экономики. Насколько отличается видение будущего ученых от представителей реального сектора? В какой степени достигнут консенсус между наукой, бизнесом и государством относительно приоритетных направлений развития науки и технологий?**

В этом году нам предстоит подготовить проект скорректированных приоритетных направлений и критических технологий. По сути, по каждой критической технологии необходимо составить своего рода технологический паспорт, включающий определенные ключевые параметры: характеристику создаваемых продуктов, сроки их появления, описание эффектов от рыночной реализации. В конце текущего года эти наработки будут внесены в Правительственную комиссию по высоким технологиям и инновациям. Сформирована рабочая группа, а также экспертные площадки по приоритетным направлениям и критическим технологиям.

Детализация описания развития приоритетных направлений и критических технологий придает нашей работе сходство с составлением Комплексной программы научно-технического прогресса в советские времена. Но раньше приоритеты отбирались, по сути, из воздуха, по субъективным критериям. Теперь же у нас имеется объективная основа — результаты прогноза. Хотя вокруг подготовленного таким образом перечня приоритетов было много споров, само их наличие следует считать позитивным. Чем разнообразнее точки зрения, тем выше степень продуктивности решения. Остается пожелать, чтобы подобные дискуссии становились более конструктивными и результативными.

**Как известно, существует официально утвержденный перечень критических технологий. В то же время эксперты выявили ряд направлений исследований, которые в него не входят. Как эти направления будут сосуществовать? Предполагается ли скорректировать данный перечень по результатам прогноза?**

К концу года мы должны изучить предложения отдельных рабочих групп, выстроить финишные линейки и внести в правительство проект Указа Президента по приоритетным направлениям и перечню критических технологий. Конечно, это не будет копия действующих перечней, ведь изменились и экономика, и макроэкономические условия. Благодаря научно-техническому прогрессу существенные трансформации произошли в сфере науки и технологий.

**Как повлияют результаты прогнозов на корректировку сценариев социально-экономического развития страны?**

Надеюсь, что повлияют и уже повлияли. Главный принцип той же КДР — акцент на инновационной экономике — возник неспроста. Он появился в результате участия всех заинтересованных сторон в разработке прогноза, в итоге которого сложилось понимание картины развития мировой экономики, научно-технического прогресса и места России в этих процессах.

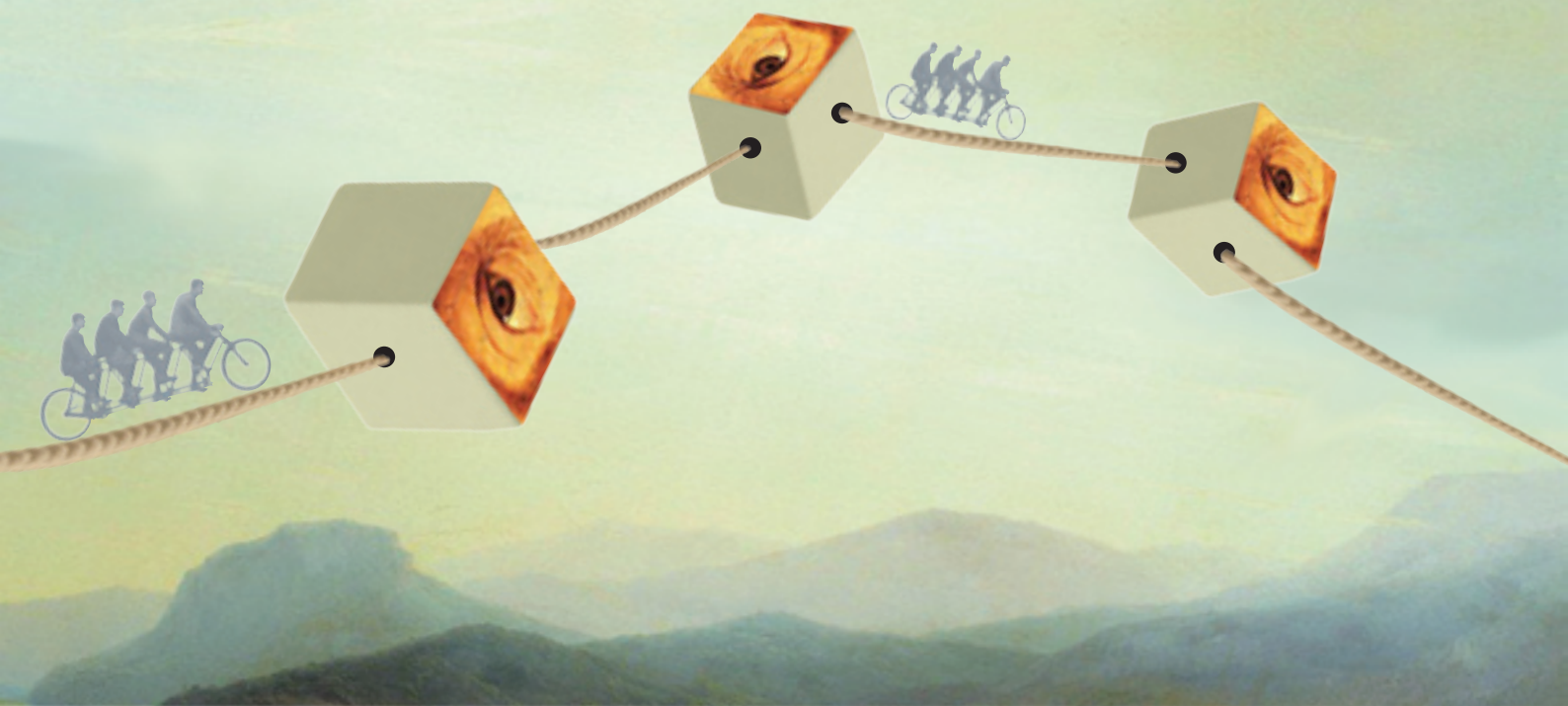
**В какой степени глобальный кризис может исказить (скорректировать) результаты прогноза и как это скажется на реализации научно-технических программ и научно-технической политики?**

Безусловно, влияние глобального кризиса заставило нас внести в результаты прогноза определенные коррективы. Обновленная версия уже представлена в Администрацию Президента. Замечу, что возможность наступления кризиса закладывалась в прогноз с самого начала, но мы ошиблись в сроках: изначально предполагалось, что кризис начнется в конце 2011 г., а фактически он развернулся тремя годами ранее.

**Каким Вам видится будущее научно-технологического Форсайта? Будет ли он проводиться на постоянной основе? Предполагается ли его встраивание в систему формирования социально-экономических приоритетов, научно-технической и инновационной политики?**

Уверен, что долгосрочный научно-технологический прогноз в России имеет превосходные перспективы. И не только потому, что большинство стран активно практикуют его, причем систематически. Все аргументы свидетельствуют о полезности данного мероприятия. Уже давно очевидно, что в новой экономике выигрывает тот, кто владеет ключевыми информационными потоками. Если ограничивать себя в такого рода ресурсах, то это будет, пожалуй, самое существенное ограничение в жизни общества. Нужно активно стимулировать проведение подобных проектов, повышать их эффективность и переводить на постоянную основу. Пока мы избрали в качестве поддержки институт федеральных целевых программ. Если нам удастся сформировать новую федеральную целевую программу, хочется думать, что в ней будет место и для данного прогноза. Оппонентов подобного проекта не наблюдается. Несмотря на то что некоторые критики посчитали его дорогим, все сошлись во мнении о необходимости долгосрочного прогноза. Поскольку Правительство РФ приняло решение в пользу развития практики долгосрочного прогнозирования, поручив это Министерству образования и науки, следует изыскивать все возможные ресурсы, чтобы Форсайт становился более содержательным, расширял базу участников — как количественно, так и качественно — и находил все большее понимание в обществе. E

# СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ И РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ КАК ОСНОВА ДЛЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ\*



А.Ю. Апокин, Д.Р. Белоусов

## Важнейшие сценарии развития мировой экономики

Стратегии глобальных игроков, а также некоторые ограничительные условия, претерпевшие вследствие кризиса ряд изменений, но по сути оставшиеся прежними, позволяют проанализировать основные сценарии развития мировой экономики в 2010–2030 гг. Сегодня данные сценарии определяются несколькими факторами:

- степенью успешности реализации пакетов антикризисных мер в США и других центрах глобальной экономики;
- наличием или отсутствием координации в антикризисных действиях крупных государств, что определит, в частности, уровень риска инфляционного разогрева глобальной экономики и волатильность обменных курсов;

- балансом между процессами регионализации (становлением многополярного мира в валютной и производственной сферах, возможно — в сфере институтов, регулирующих хозяйственный оборот) и глобализации;
- интенсивностью и характером научно-технологического развития.

Характер экономического развития в ближайшие 20 лет зависит, по нашему мнению, от ответов на следующие два вопроса:

1. Является ли нынешний экономический кризис уникальным событием (так называемой исторической случайностью), связанным с более или менее глубоким сбоем в системе финансовых институтов, провалами управления на уровне глобальных экономических процессов? Или же мы имеем дело с полномасштабным возвратом экономической цикличности, на возможности предотвращения

\* Статья подготовлена по материалам исследований Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП) в рамках проекта «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития РФ до 2025 года», выполненного по заказу Минобрнауки России и Роснауки.

которого настаивала либеральная экономическая мысль в 1990–2000 гг.?

2. Насколько глубокой окажется проекция кризиса на систему мирохозяйственных связей? В частности, знаменует ли кризис переход экономического лидерства от США к другим странам — ЕС или Китаю, или же посткризисный мир останется (в той или иной мере) по-прежнему америкоцентричным?

### Сценарий возврата цикла

Рассматриваемый сценарий подразумевает циклическое развитие мировой экономики, которое включает как среднесрочную цикличность (3–5-летние кризисы), так и смену повышательной кондратьевской волны на понижательную в период 2010–2015 гг. Предполагается, что факторами смены циклов в первую очередь должны стать:

- исчерпание трудовых конкурентных преимуществ роста в Китае и Индии при сохранении темпов роста их внутренних рынков<sup>1</sup>;
- изменение структуры внешнеторговых потоков и соответствующая трансформация экономик развивающихся стран в связи с укреплением потребительских рынков развитых стран;
- прекращение прямого влияния информационных технологий на экономический рост как следствие завершения процесса информатизации в большей части мира. Косвенное влияние (например, через расширение дистантного образования) в данный период сохранится.

В преодолении кризиса основную роль будут играть меры бюджетного и монетарного стимулирования в США и Китае, которые обеспечат расширение конечного спроса за счет эмиссионного финансирования дефицита, а после стабилизации рынков недвижимости и кредита уже с 2010–2011 гг. будут способствовать возобновлению экономического роста. Де-факто эмиссионное финансирование бюджета уже начато — об этом свидетельствует принятие в США односторонних решений о покупке облигаций Правительства США непосредственно Федеральной резервной системой. Это решение означает переход к прямому эмиссионному финансированию дефицита бюджета.

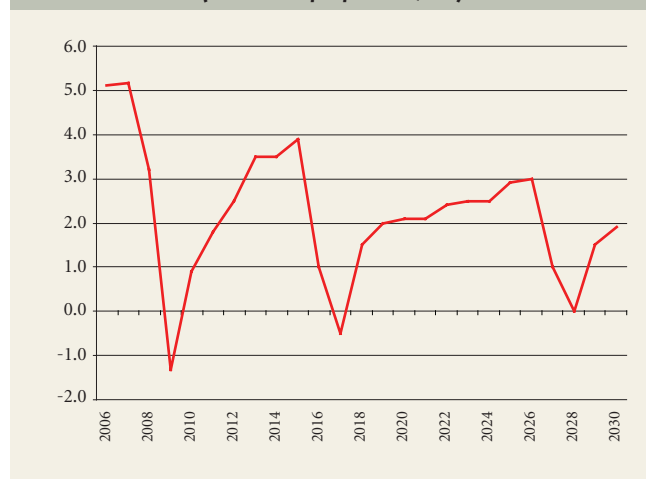
Против эксплуатации американской администрацией доллара как резервной валюты ключевые развивающиеся страны уже предприняли ряд шагов: Банк Китая диверсифицировал свои валютные резервы через формирование суверенного инвестиционного фонда, страны БРИК выразили готовность стабилизировать покупки облигаций Казначейства<sup>2</sup>. Следует упомянуть и переход на валютные пары стран – партнеров в международной торговле.

Подъем американской и высокие темпы роста китайской экономики приведут к выходу из стагнации экономик большинства регионов мира. Лидером в этом процессе выступит Китай, который в 2010–2015 гг. по-прежнему будет полноценно использовать механизм «обмена роста на долг», но со значительным увеличением доли продукции с высокой добавленной стоимостью и расширением диапазона рынков, на которые поставляется продукция<sup>3</sup>. Таким образом, можно ожидать, что темпы роста мирового ВВП уже в 2011 г. восстановятся и достигнут 1.8%, а к 2015 г. — около 4% в год (см. рис. 1).

Функционированию глобальной экономики в современном режиме без существенного изменения обязательств США перед странами-кредиторами после выхода из кризиса будет способствовать рост ключевых экономик мира, стимулируемый вследствие сохранения проблемы глобальных дисбалансов при переоцененном долларе новыми инвестиционными идеями (биотехнологии, новые энергетические технологии). Появление подобных идей на фоне избытка ликвидности, в свою очередь, создаст условия для образования нового ценового пузыря на рынке активов. Вместе с тем процесс изоляции доллара США как мировой резервной валюты, возникший в 2006–2009 гг., в 2010–2015 гг. приведет к дублированию мировой финансовой архитектуры, основанному на двусторонних соглашениях о внешней торговле и инвестициях между странами, а также на значительной диверсификации валютных резервов при сокращении их совокупного объема.

Внедрение современных технологических инноваций обеспечит появление новых секторов высоких технологий<sup>4</sup>. Глобальная конкуренция в высокотехно-

Рис. 1. **Динамика мировой экономики: сценарий возврата цикла**  
(темпы прироста, %)



<sup>1</sup> Стабильное ухудшение условий экономического развития в Китае под влиянием демографического фактора (начало старения населения; исчерпание ресурса развития, связанного с массовой миграцией рабочей силы из деревни в город; экологические и природно-ресурсные ограничения). Соответственно, к концу прогнозируемого периода темпы экономического роста в Китае могут снизиться до 3–4% в год или даже ниже.

<sup>2</sup> О продолжении обсуждения таких действий сообщили представители Китая, Индии и России.

<sup>3</sup> Речь идет о борьбе китайских компаний с американскими на растущих потребительских рынках стран Юго-Восточной Азии и Латинской Америки.

<sup>4</sup> Ожидается, что такие сектора возникнут в сферах энергетики, обороны, транспорта, медицины. Порождать их могут, например, новые энергетические технологии (включая гибридные двигатели для автомобилей и др.), атомная энергетика, оборонные технологии, авиационные технологии, материаловедение (в частности, композитные материалы нового поколения и нанотехнологии) и др.

Рис. 2. Динамика цен на нефть: сценарий возврата цикла

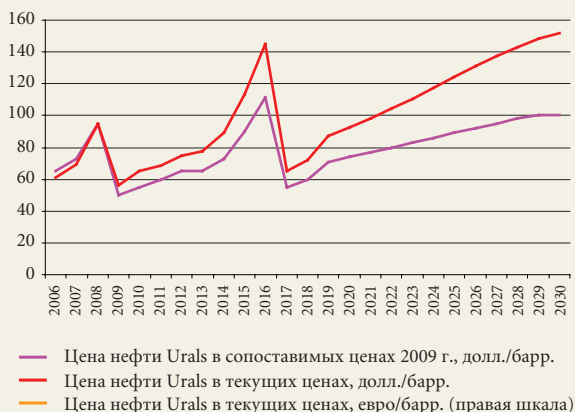
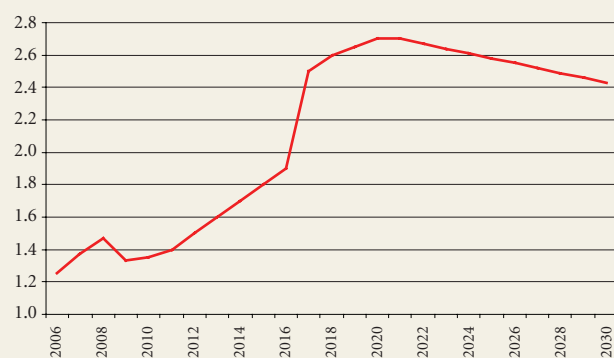


Рис. 3. Динамика курса евро/доллар: сценарий возврата цикла (долларов за евро)



логичных секторах по нынешней модели начинается с проблемы совместимости технологически сложной продукции и, следовательно, гонки технологических стандартов. В ряде случаев соответствующий технологический вызов (в области энергетики, обороны, материаловедения) не смогут не принять другие крупные игроки — в силу либо необходимости удерживать конкурентные позиции на рынках, либо предотвращать угрозы безопасности.

С одной стороны, такое состязание создаст в передовых экономиках «ядра» бизнес-модели и цепочки ценности, пригодные для развития рынков финансовых инструментов. С другой стороны, гонка технологических стандартов как таковая позволит странам-лидерам сохранить свое глобальное преимущество, в том числе за счет извлечения технологической ренты.

Описать картину трансграничных потоков в этих условиях можно следующим образом. Быстрый выход из кризиса американской и европейской экономик (раньше, чем в большинстве развивающихся стран) будет способствовать их экспансии в капитал компаний развивающихся рынков, в значительной мере ориентированный на обеспечение контроля над работающими цепочками создания добавленной стоимости. Это вызовет приток прямых иностранных инвестиций на развивающиеся рынки со всеми сопутствующими преимуществами (доступ к рынкам, технологиям и т. д.). В ряде стран повысится риск утраты контроля над ключевыми активами, задействованными в национальных экономиках развивающихся стран.

Рост мировой экономики (в первую очередь в развивающихся странах) будет опираться и на энергоемкие отрасли, а повышение спроса на полезные ископаемые приведет к удорожанию основных сырьевых товаров, включая нефть марки Urals, цена которой к 2014 г. превысит уровень 100 долл. за баррель (см. рис. 2).

В 2016–2017 гг. ожидается очередной экономический кризис, на первой стадии обусловленный «схлопыванием» финансовых пузырей на рынке активов, а на последующих — потерей интереса инвесторов к американским и номинированным в

долларах активам на фоне макроэкономического спада. Особое место в числе таких активов занимают облигации Казначейства США, роль которых как эталонного безрискового актива к началу описываемого кризиса будет поставлена под сомнение вследствие неустойчивости фундаментальных показателей США. К 2020 г. они, скорее всего, в значительной степени потеряют свои позиции. Соответственно, к моменту, когда кризис достигнет своего дна (в 2018 г.), темпы спада мировой экономики составят до 0.5% в год — в основном за счет экономически развитых стран.

Цены на нефть, находящиеся на пике перед началом кризиса в 2017 г. (110–115 долл. за баррель), станут быстро снижаться и упадут вплоть до 80–85 долл. за баррель к 2020 г. (Urals).

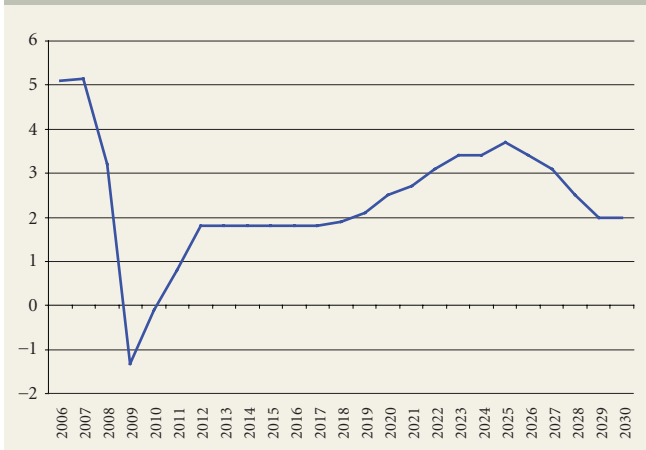
Появление в ходе очередного циклического кризиса признаков снижения доверия к долларовым финансовым активам и соответствующим институтам сделает возможным отказ от принятой сегодня модели финансовой инфраструктуры. Предполагается, что к 2017 г. альтернативные издержки такого решения будут приемлемы. Переход к модели финансовой архитектуры, основанной на двусторонних соглашениях, заставит некоторые экономически сильные страны принимать решения, потенциально обуславливающие фрагментацию мирового финансового пространства на региональные блоки с собственными валютными режимами (укрепление финансовых институтов зоны евро, подготовка к введению АСУ или конвертируемого юаня, аналогичные действия на Среднем Востоке, в Латинской Америке и на евразийском пространстве).

Эти действия изменят статус доллара, сделав его одной из нескольких мировых резервных валют вместо основной, и приведут к коррекции глобальных дисбалансов за счет сокращения внешней торговли с США в результате ослабления доллара (вплоть до уровня 1.8–1.9 долл. за евро к 2017 г.) (рис. 3), что создаст дополнительную напряженность во взаимоотношениях США с другими регионами глобальной экономики.

Описанная модель финансовой инфраструктуры будет способствовать быстрой регионализации



Рис. 4. Динамика мировой экономики: сценарий затяжной рецессии (темпы прироста, %)



внешней торговли и прямых инвестиций в глобальной экономике. Ожидается фрагментация глобального экономического пространства на ряд подпространств, или блоков, имеющих набор основных элементов для обеспечения развития (ресурсные, демографические, технологические, институциональные).

Внутри каждого блока постепенно возникнет новый баланс ресурсов и потребления. Этот процесс будет сопровождаться значительными потерями благосостояния, выражающимися в снижении темпов роста мировой экономики (минимум 1.9% в 2017 г.).

Результатом станет новая глобальная экономическая география, в рамках которой сформируются макрорегиональные факторы производства: природные ресурсы, трудовые ресурсы, обеспечивающие функционирование низко- и среднетехнологических индустриальных секторов, высокотехнологического потенциала (например, предполагается усиление интеграции североамериканского общего рынка в формате НАФТА или более глубоко, интегрирующем ресурсный потенциал Канады, трудовой и индустриальный потенциал Мексики, высокотехнологичный — США); вероятным представляется развитие аналогичных процессов на европейском и азиатско-тихоокеанском экономических пространствах.

### Сценарий затяжной рецессии

Для сценария затяжной рецессии недостаточно антикризисных мер бюджетного и монетарного стимулирования, принятых в 2008–2009 гг. в целях преодоления потерь благосостояния, вызванных сжатием мировой финансовой системы в ходе финансового кризиса. Это предполагает, в частности, что кризис 2007–2012 гг. будет проходить в несколько волн и одним из структурных результатов кризиса станет длительное недоверие инвесторов к англосаксонской модели глобальных финансов в целом.

Вместе с тем данный сценарий не подразумевает значительных потрясений для мировой финансовой системы в будущем. Одной из причин этого

является внедрение на раннем этапе жесткого антициклического финансового регулирования. Последнее, с одной стороны, замедлит процесс выхода из кризиса за счет резкого противодействия надуванию ценовых пузырей на рынке активов, а с другой — создаст условия для большей стабильности фундаментальных показателей.

Вместе с тем потери, понесенные кредиторами, а также недостаток конечного спроса, в первую очередь инвестиционного, приведут к продолжительной стагнации мировой экономики, которой лишь частично удастся воспрепятствовать путем бюджетного и монетарного стимулирования. Дополнительные проблемы в ряде стран вызовут появление банков-«зомби», проблемные активы которых свяжут на балансе средства, доступные для кредитования населения и реального сектора.

Затяжная рецессия означает сохранение в течение длительного времени низких темпов роста мировой экономики, причем темпы роста экономик зоны евро могут оказаться выше, чем в США, поскольку правительства этих стран пока еще сохранили резервы бюджетного стимулирования.

Такая динамика мирового спроса указывает на то, что только к 2013 г. рост мирового ВВП составит 1.5% в год и лишь к 2020 г. превысит 2.5% (рис. 4). Вместе с тем «перезагрузка» мировой финансовой системы после коррекции глобальных дисбалансов к 2016–2018 гг. даст основания для повышения уровня доверия, что выразится в более высоких темпах инвестиций и роста после 2020 г.

Невысокие темпы роста промышленного производства и конечного спроса обуславливают низкие цены на природные ресурсы, в том числе нефть. Только к 2020 г. они поднимутся до 100 долл. за баррель (Urals, см. рис. 5).

В силу высоких рисков инвестирования и общей низкой динамики мировой экономики колебания трансграничных капитальных потоков останутся на умеренном уровне. Только к 2020 г. объем прямых иностранных инвестиций в Россию достигнет отметки 2008 г., то есть 60–65 млрд долл.

Рис. 5. Динамика цен на нефть: сценарий затяжной рецессии

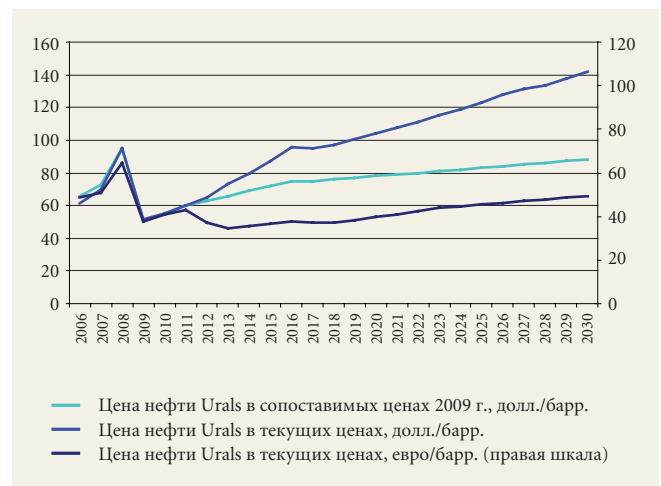
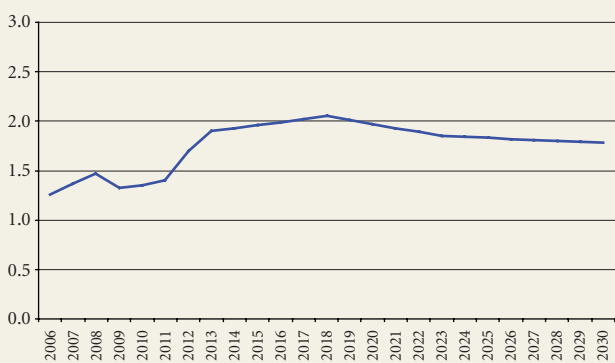


Рис. 6. **Динамика курса евро/доллар: сценарий затяжной рецессии**  
(долларов за евро)



В условиях плавной коррекции глобальных дисбалансов в течение длительного времени потеря долларом статуса резервной валюты и понижение спроса на американские финансовые инструменты будут происходить постепенно и на фоне сжатия объема финансовых рынков. По этой причине нет оснований ожидать резких колебаний курса евро/доллар после потрясений второй волны кризиса 2011–2012 гг. (см. рис. 6).

Интенсивность научно-технологического развития на фоне дефицита капитала и высоких рисков реализации проектов будет низкой. Основной целью развития временно станет обеспечение условий для ценовой конкурентоспособности продукции — снижения издержек труда и материальных ресурсов на ее изготовление. Это означает приостановку или даже закрытие в развитых странах амбициозных проектов в сфере науки и высоких технологий и ориентацию на микроинновации, так называемые рационализаторские решения в рамках существующих производств.

Можно предположить, что в результате затяжной рецессии коррекция глобальных дисбалансов будет более существенной и кризисный потенциал системы в целом за счет изменения структуры финансовых потоков значительно сократится. Вследствие этого даже при сохранении макроэкономической цикличности снизится волатильность роста. Аналогичным эффектам будет способствовать и внедрение жесткого противочиклического финансового регулирования, повышающего устойчивость системы мировых финансовых и экономических отношений.

Наиболее вероятным в настоящее время выглядит сценарий возврата цикличности мировой экономики. Об этом свидетельствует целый ряд сигналов.

• Выбор правительствами развитых и развивающихся стран бюджетной и монетарной политики (а не структурной) в качестве основного метода борьбы с кризисом. Частично это обусловлено необходимостью быстрого реагирования на кризис, однако «накачка ликвидности» и рост дефицита представляются неадекватной долгосрочной стра-

тегией, особенно принимая во внимание их беспрецедентные объемы.

• Реструктуризация крупных автопроизводителей с прямым кредитованием со стороны Казначейства США. Фактически это возврат к кредитованию правительством убыточных предприятий. Представленный General Motors план говорит о сохранении бизнес-модели компании, что рано или поздно вновь приведет к возникновению отложенных сегодня проблем.

• Покупка облигаций Казначейства США непосредственно Федеральной резервной системой. Несмотря на небольшие объемы, само действие знаменует состоявшийся, пусть и временный, переход к прямому эмиссионному финансированию дефицита бюджета.

• Заявления руководства ряда развивающихся стран — крупнейших держателей резервов (Китай, Россия), поддерживаемых более широким кругом стран (таких как Индия, Бразилия, Япония), о готовности к диверсификации валютных резервов за счет доли доллара США. Китай, Иран и Россия, кроме того, делают попытки перехода к снижению доли доллара во внешнеторговом обороте.

• Существование проработанных проектов и постоянно действующие в последние годы (2006–2009) инициативы по созданию в основных экономически развитых регионах мира целостных воспроизводственных систем, интегрирующих в себя ресурсные, средне- и высокотехнологичные производственные и, наконец, финансовые и управленческие компоненты. В качестве примеров можно привести выстраивание зоны НАФТА; европейского экономического пространства (ресурсы — Россия и страны Среднего Востока, среднетехнологичное производство — Восточная Европа, возможно, Украина, высокотехнологичный сектор и финансы — «старая Европа»); экономического пространства вокруг КНР (ресурсы — Средняя Азия и Юго-Восточная Азия (возможно, включая Австралию), производственный потенциал — Китай и Юго-Восточная Азия, высокотехнологичный сектор и финансы пока отсутствуют, но активно формируются Китаем).

• Несмотря на публичную готовность большинства стран реструктурировать мировую финансовую систему, реальные шаги в этом направлении предпринимает только Евросоюз. При этом его действия скорее напоминают региональную, чем глобальную, инициативу, что также не противоречит описанному сценарию.

По сравнению со сценарием возврата цикла сценарий затяжной рецессии предполагает более высокие темпы роста в долгосрочной перспективе (2020–2030 гг.) (рис. 7). Однако более быстрый рост мировой экономики как в ближайшей перспективе (2011–2015 гг.), так и в целом до 2020 г. будет обеспечен продолжением США и Китаем проциклического финансового регулирования и бюджетной политики.

Уровень цен на энергоресурсы подвержен высокой волатильности, поэтому для обоих сценариев базовым выбран восходящий тренд с небольшими

Рис. 7. Динамика мировой экономики: сопоставление сценариев (темпы прироста, %)

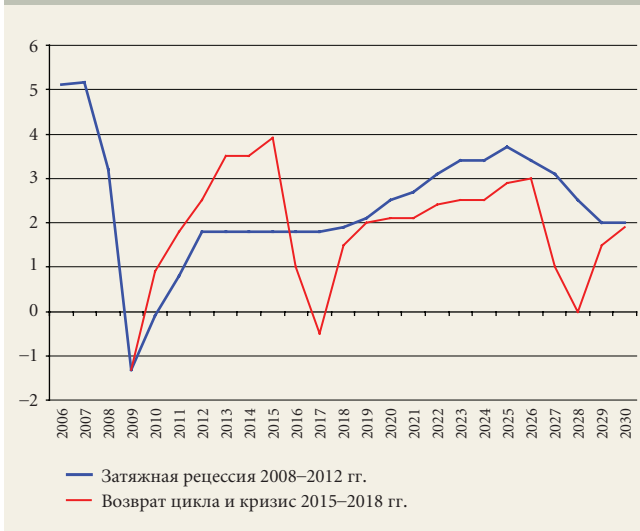


Рис. 8. Динамика цен на нефть: сопоставление сценариев (темпы прироста, %)



колебаниями, отражающими сценарную динамику (рис. 8). Например, образование ценового пузыря на рынках активов к 2015 г. приводит к значительному подорожанию нефти, за которым следует резкое падение цены.

По сценарию затяжной рецессии события могут пойти уже во второй половине 2009 г. в силу двух рисков различной природы.

Первый риск связан с тем, что действия американской администрации по «накачке ликвидности» одновременно со стимулированием экономического роста окажутся unsuccessfulными и их итогом станет инфляционный скачок. Повышающийся уровень инфляционных ожиданий в развитых экономиках способен на длительный срок снизить темпы экономического роста во всем мире. Нежелательным последствием для инфляции в результате гонки эмиссий в США и зоне евро может выступить стремление мягко управлять курсом доллара или евро. При этом вследствие несопоставимости объемов рынков соответствующих финансовых инструментов объемы эмиссии также не всегда являются сопоставимыми. Все перечисленные факторы могут втянуть американскую и в целом мировую экономику в спираль стагфляции.

Второй, не менее важный, риск — новая волна финансового кризиса. Она может быть связана с двумя условиями. Первое — кризис исполнения обязательств на рынке свопов «кредит-дефолт» из-за плачевного финансового состояния предприятий по всему миру, вследствие которого к погашению предъявляется слишком большое количество обязательств страховщиков. Исполнение обязательств по страховкам от корпоративного дефолта уже вызывает проблемы для страховщиков финансовых рисков, усугубление ситуации чревато массовым

неисполнением таких обязательств. Коллапс подобного сегмента рынка вызовет новый виток кризиса ликвидности на межбанковском рынке из-за роста риска на контрагента.

Похожий сценарий может иметь место и в случае спада на рынке коммерческой ипотеки, которая в настоящее время рефинансируется за счет тех же пулов кредитов, что были выданы ранее, с переоцененным уровнем риска<sup>5</sup>.

Второе условие — возможный дефолт экономически слабых государств Восточной Европы или Латинской Америки, провоцирующий массовый отток капитала с развивающихся рынков и последующие понижения рейтингов стран, девальвации национальных валют и экономические кризисы в отсутствие доступного финансирования.

Риск на контрагента на межбанковских рынках при данном условии сохраняется невысоким (за исключением ключевых кредиторов соответствующих правительств и крупных компаний), но значительно ухудшаются и без того не слишком благоприятные кредитные условия для заемщиков с развивающихся рынков в целом.

Обратный эффект сжатия растущих рынков развивающихся стран и укрепление валют под действием значительного притока капитала (пресловутое «бегство в качество») также способствуют стагнации, хотя в этом случае экономики развитых стран будут расти быстрее, чем в случае обвала глобальных рынков капитала.

Показателем реакции технологической политики на кризис является определенная настройка глобальных центров принятия решений на сценарий затяжного кризиса. Об этом свидетельствуют и постоянно ухудшающиеся прогнозы развития мировой экономики, разрабатываемые ведущими

<sup>5</sup> Такие инструменты носят название Re-REMICs — Resecuritizations of Real Estate Mortgage Investment Conduits. Для их выпуска используются пулы кредитов и СМО (Collateralized Mortgage Obligations), ставшие неликвидными в ходе финансового кризиса 2007–2008 гг. При этом инструменты зачастую реструктурируются теми же инвестбанками, которые выпускали первоначальные CDO (Collateralized Debt Obligation) и для оценки используются похожие модели риска. Выпуск Re-REMICs составил 17 млрд долл. в 2008 г. и 28 млрд долл. в первой половине 2009 г.

мировыми финансово-экономическими институтами (МВФ, Всемирный банк и др.) и рейтинговыми агентствами, и пересмотр правительствами ведущих стран ряда амбициозных программ в научно-технологической сфере<sup>6</sup>.

## Технологический аспект сценариев долгосрочного развития

Как отмечалось в начале статьи, стратегии глобальных игроков определяют не только траектории экономического развития, но и пути технологической адаптации к ограничениям, которые в определенный момент препятствуют переменам в мировой экономике или в отдельных регионах.

Особенность развития современной экономики состоит в принципиально сценарном характере всех важнейших процессов, в том числе определяющих динамику научно-технологической сферы. Сценарная развилка имеет системный характер: она коснется всех основных параметров глобального развития — экономического, технологического, пространственного и др.

Характер технологического развития в среднесрочной перспективе, по всей видимости, будет зависеть от следующих факторов:

1) Стоимость ресурсов развития — цены на природные ресурсы, рабочую силу, капитал.

Стоимость производственных и финансовых ресурсов в ряде случаев оказывается в противофазе. Высокие цены на нефть и рабочую силу возникают на фоне перегрева мировой экономики (как это было в 2007–2008 гг.), часто сопровождающегося относительной дешевизной финансовых ресурсов. В то же время рост рисков на этапе рецессии при дешевизне производственных ресурсов может привести к повышению стоимости заимствований (несмотря на снижение учетных ставок центральных банков в ряде стран).

2) Интенсивность мировой торговли, трансграничных потоков товаров и капиталов.

Этот фактор определит, с одной стороны, уровень конкуренции на рынках, создающий стимулы для научно-технологического прогресса, с другой — уровень достаточности ресурсов (как непосредственно финансовых, так и технологических, распространяющихся вместе с иностранными инвестициями).

3) Специализация стран в новом разделении труда и формирование новых компетенций в центрах экономического роста.

Экономический кризис, если он будет происходить по схеме экономического цикла (кризис продолжительностью 15–21 месяц) с завершающим этапом уже в 2010–2011 гг., предполагает начало на фазе подъема интенсивной гонки технологических стандартов.

Новая технологическая волна в развитых странах обеспечивает как закрепление их лидерства в создании современных технологий (и, соответственно, позиционирование на рынках современной высокотехнологичной продукции и в конечном итоге — извлечение технологической ренты), так и обеспечение роста капитализации высокотехнологичных компаний и формирование за счет этого устойчивых стимулов для инноваций, лежащих в основе поддержания стоимости бумаг (высокотехнологичных) компаний.

Основные направления, по которым в настоящее время можно ожидать нового технологического рывка, включают развитие:

- экологически приемлемых гибридных двигателей внутреннего сгорания для автомобилей. В случае (высоко вероятного) успеха сначала де-факто, а позже и де-юре будут введены и закреплены новые стандарты. Нельзя не отметить, что разработка и производство экологичных автомобилей органично входят в американские антикризисные планы;
- экологического жилища, использующего в качестве дополнительных источников энергии солнечные батареи<sup>7</sup>, биогаз и другие подобные источники;
- ряда военных технологий, существенно усиливающих конкуренцию на рынках вооружений (технологии придания самолетам четвертого поколения свойств пятого<sup>8</sup>, проектирование боевых беспилотных летательных аппаратов, создание относительно дешевого и массового самолета пятого поколения F-35, информатизация поля боя и др.);
- нанотехнологий с освоением размерности в 40–45 нм в ближайшие годы (уже строятся соответствующие мощности) и 30–32 нм — в среднесрочной перспективе<sup>9</sup>.

Кроме того, на подъеме экономического цикла компании, возможно, вернуться к идее реализовать (или, по крайней мере, расконсервировать) высокотехнологичные проекты, прекращенных на предыдущей стадии развития. В качестве примера можно привести проект Boeing Sonic Cruiser — околосвукового пассажирского самолета второго поколения<sup>10</sup>.

<sup>6</sup> Так, в США объявлено о пересмотре космической программы NASA; радикальной ревизии подверглась программа Future Combat Systems (из которой изъят ряд дорогостоящих элементов), остановлено производство истребителя пятого поколения F-22 Raptor; в США и Великобритании проводится коррекция кораблестроительных программ и т. д. Помимо очевидных причин бюджетного свойства, пересмотра «образа противника» и т. д. за этими действиями явно прослеживается неготовность к развертыванию нового витка технологической гонки — что должно было предшествовать фазе интенсивного подъема. Особо следует отметить акцент автомобильных компаний на выпуске новых легковых автомобилей экономкласса с низкой стоимостью и высокой топливной эффективностью.

<sup>7</sup> Отметим, что в настоящее время производство солнечных батарей является экологически грязным производством; срок службы их ограничен (хотя в данном направлении наблюдается значительный прогресс).

<sup>8</sup> «Silent Eagle» — модернизация истребителя F-15 с использованием элементов технологии Stealth.

<sup>9</sup> В России перспективным считается выход на размерность 90 нм, т. е. отставание от лидеров примерно на поколение.

<sup>10</sup> Созданного с использованием российских наработок по программе Ту-244.

В свое время он был отложен из-за запредельно высоких цен на топливо. Учитывая, что сейчас цены почти вдвое ниже пиковых значений середины 2008 г., этот и подобные проекты вновь могут стать актуальными.

Развивающиеся страны начнут искать свое уникальное место на мировых рынках. Уже сегодня можно наблюдать ряд сопутствующих данному процессу технологических изменений. Для Китая это, например, выстраивание целостной национальной инновационной системы и выход на мировые рынки с широким спектром продукции — от проката (после ввода соответствующих мощностей на северо-западе страны Китай превратится из нетто-импортера в нетто-экспортера металлопродукции) до автомобилей, энергетического оборудования, пассажирских<sup>11</sup> и боевых самолетов четвертого поколения «Цзянь-10», «Цзянь-11». Для Индии это ставка на дешевую металлургическую и машинотехническую (легкие вертолеты, легковые автомобили) продукцию. Для Бразилии — попытки внедрить новую энергетику на биотопливе первого поколения.

Новый виток технологической гонки в случае возникновения с высокой вероятностью обусловит появление ряда существенных косвенных эффектов.

Первый пример: продолжение массовой миграции населения из южных и юго-восточных стран в развитые страны Запада уже обусловило серьезный вызов системе образования. С одной стороны, она должна обеспечить конкурентоспособность коренного населения. В частности, в Китае и Индии наблюдается настоящий бум в этой сфере, что находит свое отражение и в результатах международных сопоставлений, в том числе в рамках системы оценки уровня подготовки школьников (PISA). С другой — существует и постоянно обостряется необходимость социокультурной адаптации мигрантов, в плане как профессиональной до- или переподготовки, так и восприятия ими европейских культурных норм и стереотипов, снижающих вероятность острых межэтнических конфликтов.

Дополнительной задачей становится достройка системы профессиональной переподготовки (включая возможность сделать «вторую карьеру»<sup>12</sup>), способствующая быстрой смене компетенций в условиях интенсивного изменения технологий и структуры спроса на труд.

Другой пример — поиск решения проблемы «последней мили» (особенно в случае развития высокоскоростных пассажирских авиоперевозок), т. е. проблемы быстрой коммуникации (с учетом исторической застройки городов и др.) между аэропортовыми комплексами и соответствующими мегаполисами.

В целом при варианте развития по схеме экономического цикла можно говорить о быстром разрывании «гонки технологических компетенций» по таким направлениям, как материаловедение (включая нанотехнологии), биология и медицина, энергетика (как «нетрадиционная», так и АЭС четвертого поколения и эксперименты с управляемым термоядерным синтезом), авиационное, создание новых видов вооружений и военной техники (важнейший тренд в этом сценарии — интеллектуализация и роботизация вооружения и военной техники). В конечном итоге результаты этой гонки к концу 2020-го – началу 2030-х гг. способны привести к радикальному изменению экономической<sup>13</sup>, а возможно, и геополитической географии мира.

В случае сценария затяжной рецессии ключевыми факторами, определяющими условия развития, станут крайний дефицит финансовых ресурсов, особенно долгосрочных, и рост рисков, который не позволит реализовывать амбициозные и длительные проекты. В этой ситуации акцент в технологическом развитии, очевидно, будет сделан на обеспечении ценовой конкурентоспособности продукции различных центров экономической силы.

Прежде всего, речь идет о поддержке ценовой конкурентоспособности продукции в ситуации сжатия потребительских рынков в развитых странах. Это обусловит ориентацию на дешевую в разработке и производстве массовую продукцию, востребованную потребителями развивающихся стран. Подобные тенденции в автомобильной промышленности проявляются в стремлении к выпуску дешевых легковых автомобилей. В качестве примера можно привести и индийскую модель Tata Nano, и намерение США развернуть у себя производство автомобилей «европейского класса», и заявление представителей Renault о возможности использования российского ВАЗ-2107 в качестве базы для европейского бюджетного автомобиля. Две последние идеи вряд ли появились бы, если бы не глобальный экономический кризис. В связи с этим можно сделать вывод, что ряд игроков готовится к затяжному варианту последнего.

Схожие тенденции наблюдаются и в производстве вооружений и военной техники. При новом министре обороны США свернули большинство элементов амбициозной программы перевооружения сухопутных сил Future Combat Systems; при этом реалистичными стали планы увеличения финансирования модификации джипов «Хаммер» в модель легкого броневика для военных действий против партизанских формирований<sup>14</sup>. Подобные решения традиционно рассматривались как эрзац-оружие для бедных, в то время как богатые страны пользовались более технически сложной и эффективной техникой.

<sup>11</sup> Реализуется минимум три проекта ближне- и среднемагистральных пассажирских самолетов, в том числе на базе закупленных канадских технологий.

<sup>12</sup> Так эта задача ставится, например, в Японии.

<sup>13</sup> Достаточно сказать, что Китай является одним из лидеров в работах по созданию нанотехнологий, что означает заявку на лидерство в «технологиях послезавтрашнего дня» (упомянем также колоссальные усилия страны по модернизации вооруженных сил и военных технологий). Индия стремится занять лидирующие позиции в сфере отдельных биомедицинских технологий, информационно-коммуникационных технологий и добиться статуса региональной военной сверхдержавы.

<sup>14</sup> По этому же пути идут и российские производители, разработавшие целую гамму хаммероподобных легких бронемашин: «Водник», «Гусар», «Тигр».

Картину дополняют коррекция кораблестроительных программ (Великобритания<sup>15</sup>, США<sup>16</sup>), смена концепции истребителя пятого поколения на более легкий (США)<sup>17</sup> и др.

По какому бы сценарию ни развивались события, можно выделить инвариантное ядро, образующее технологический мейнстрим в ближайшие годы, которое включает:

- рост энергоэффективности у потребителей и повышение экологических характеристик использования энергии;
- усовершенствования в сфере энергетики, в частности разработку АЭС четвертого поколения;
- развитие материаловедения, включая нанотехнологии;
- активизацию биомедицинских исследований;
- разворачивание гонки вооружений, прежде всего в аэрокосмической сфере, включая создание истребителей пятого поколения (в США, России и, возможно, Китае), ударных беспилотных систем, комплексную информатизацию и роботизацию поля боя.

## “Wild cards” в сфере технологии

Существенной особенностью прогнозируемого периода является возможность возникновения так называемых wild cards — технологий, приводящих к появлению новых продуктов, способных кардинально изменить структуру соответствующих рынков. В отдельных случаях такая возможность обусловлена изменениями в экономической географии доступности ресурсов (в первую очередь энергоносителей) либо качественно новыми видами продуктов и услуг, в определенной степени вытесняющими традиционные.

Строго говоря, внедрение новых продуктов, создающих специфические рынки (недавний пример — сверхкомпактные «дорожные» ноутбуки), происходит постоянно и является естественным для рыночной экономики. Ряд рынков — носимых электронных устройств (гаджетов), бытовой техники, административных самолетов — находится как раз на стадии перехода к ассортиментным инновациям.

Так, учитывая изменения в стиле жизни людей — повышение мобильности и более тесные коммуникации между ними, — можно ожидать дальнейшего развития персональных коммуникационных устройств, расширения их свойств (включая полноценный доступ к Интернету, мультимедиа-контенту, цифровому ТВ)<sup>18</sup>.

Возможным представляется зарождение нового рынка — экранопланов и перевозок экранопланом транспортом, — что способно сыграть особо важную роль для России в рамках освоения пространств северной и северо-восточной части страны.

Среди новых продуктов серьезную угрозу могут представлять «закрывающие» технологии, способные привести к ликвидации тех или иных рынков и/или такому пересмотру технологических регламентов и стандартов рынка «де-факто», что производители традиционной продукции окажутся вытесненными с него. Классическим примером таких технологий являются интеллектуальные обрабатывающие центры, пришедшие на смену традиционному станочному производству в высокотехнологичных отраслях, или объединенные в локальные сети персональные компьютеры, существенно потеснившие мини-ЭВМ<sup>19</sup>.

В перспективе до 2030 г. просматривается несколько направлений «опасных прорывов», которые могут существенно изменить структуру мировых рынков и, в частности, сделать невозможным выход на них российских товаров в случае их отставания от сложившихся стандартов «де-факто».

В отраслевом отношении эти направления укладываются в несколько групп (см. табл. 1).

## Энергетика

В этой области внимания заслуживают следующие факторы:

**1. Образование ряда новых энергетических рынков.** Из-за этого традиционные углеводороды уходят с крупных географических рынков (разработка тяжелых нефтей и нефтяных песков в Канаде и сланцевого газа в США, потенциально обеспечивающих энергетическую независимость Северной Америки; технологии реабилитации истощенных месторождений). Развитие подобных технологий предполагает как сохранение высокой конъюнктуры энергетических рынков (делающих экономически оправданной переработку соответствующих видов углеводородов), так и приоритет энергетической безопасности потребителей (локализация энергетических рынков). Последнее может оказать давление на рынки энергоносителей, включая российский.

Для России весьма важны реабилитация обводненных и истощенных месторождений Западной Сибири, а также технологии добычи тяжелых нефтей, значительными запасами которых она располагает.

**2. Создание новых типов моторных топлив и энергоносителей для транспортных средств**

<sup>15</sup> Отказ от строительства второго авианосца нового поколения; отказ от строительства серии новейших эсминцев.

<sup>16</sup> Отказ от строительства нескольких классов боевых кораблей.

<sup>17</sup> Производство тяжелого истребителя пятого поколения F-22A Raptor остановлено (производственные линии демонтируются) после выпуска всего 187 единиц. Первоначально предполагалось заказать от 500 до 650 машин. Основным истребителем пятого поколения должен стать гораздо более простой и легкий F-35 (ожидается суммарное, включая союзников, производство порядка 1300 единиц).

<sup>18</sup> С другой стороны, как справедливо заметил С.Б. Переслегин [Переслегин, 2009], на данной стадии развития рынка носимых устройств возможна «революция упрощения», например создание компактных и сверхдешевых сотовых телефонов, реализующих только свою основную функцию — связь (включая SMS).

<sup>19</sup> Это нанесло катастрофический удар по советской компьютерной программе, выстроенной именно вокруг мини-ЭВМ.

(главным образом автомобилей и городского пассажирского транспорта). Здесь речь идет о гибридных автомобильных двигателях (в особенности с использованием в горючих смесях этанола), являющихся экономически более дешевыми и экологически чистыми, чем ныне существующие<sup>20</sup>, а также о разработке двигателей, основанных на водородно-кислородных топливных элементах. В последнем случае мы имеем в виду химические аккумуляторы энергии; их развитие подразумевает прогресс различных технологий генерации энергии, особенно атомной энергетики.

Кроме того, представляется перспективным образование синтетического горючего из распространенных видов энергоресурсов — каменного угля и, возможно, горючих сланцев. Данные технологии в принципе существуют — во всяком случае, они применялись в Германии еще в 1940-е гг. Однако тогда они были избыточно энергоемкими, а на сегодняшний день, даже при существенном усовершенствовании, продолжают производить топливо очень низкого качества. Благодаря долгосрочному тренду роста цен на углеводороды и требованиям энергетической безопасности использование подобных технологий может вновь стать политически и экономически обоснованным. Для России, обладающей колоссальными запасами угля, особенно актуально производство синтетического горючего из угля; появление на рынке соответствующих решений (что, кстати, может сделать Китай одним из крупных производителей топлива) станет для отечественного топливно-энергетического комплекса серьезным вызовом.

**3. Развитие атомной энергетики.** На выходе (в перспективе до 2030 г.) имеются минимум три принципиально новые атомные технологии: реакторы четвертого поколения, обладающие естественной безопасностью (автоматически заглушаемой активной зоной в случае выхода реактора на запредельные режимы работы), реализация которых ожидается уже в ближайшие несколько лет; реакторы на быстрых нейтронах (2020–2025 гг.); термоэмиссионные реакторы (возможно, около 2030 г.). Каждая из этих технологий способна выступить «закрывающей» по отношению к ныне существующим. Внедрение реакторов с естественной безопасностью обеспечит новые стандарты безопасности (де-факто, а скорее всего и де-юре), которые сделают предыдущее поколение реакторов устаревшим если не по экономическим параметрам, то по характеристикам безопасности (можно говорить о примерно полуторакратном скачке единичных мощностей реакторов при сохранении основных массогабаритных характеристик).

Следующим шагом, видимо, будет разработка коммерчески эффективных реакторов на быстрых нейтронах (БН). Несмотря на то что Россия является мировым лидером в работе над такими реакторами и имеет в коммерческой эксплуатации реактор на Белоярской АЭС, наше преимущество постепенно

утрачивается по мере развертывания соответствующих программ в развитых странах. Реакторы на БН позволят практически полностью решить проблему отходов отработанного ядерного топлива, большая часть которых может быть реобогащена в реакторе и вновь использована в качестве топлива. Правда, существует значительный риск распространения в различные страны мира опасных ядерных материалов для создания если не собственно ядерного, то по крайней мере радиологического оружия (реакторы на БН как раз предназначены для промышленных или «технологических» целей, наработки оружейных материалов). Это потребует от развитых стран взять под контроль всю цепочку — от изготовления ядерного топлива до эксплуатации реакторов и использования наработанных материалов.

Отдельно следует упомянуть о термоэмиссионных реакторах, непосредственно преобразующих излучение в электрический ток. С их помощью может быть решен вопрос автономного энергообеспечения ограниченных (локальных) энергосистем и/или обеспечения запаса устойчивости для энергосистем особо высокой значимости. Кроме того, термоэмиссионные реакторы — едва ли не идеальная технология для создания атомных энергоустановок для использования на мобильных средствах (судах, космических аппаратах, при необходимости — самолетах и автопоездах).

Что касается России, то, хотя мы и обладали соответствующими наработками (реакторами для космических аппаратов), перспектива создания экономически эффективных термоэмиссионных реакторов возникает лишь в конце прогнозируемого периода.

**4. Развитие альтернативной энергетики и прежде всего солнечных батарей.** По некоторым оценкам, их КПД может быть доведен до 50%, что делает их привлекательными для обеспечения работы небольших изолированных энергосистем, а также для автономного энергоснабжения отдельных домов. Очевидно, что нагрузка на централизованные энергосистемы будет снижена.

Ряд стран (Европа и отчасти США) активно вкладывают средства в соответствующие технологии; в ряде случаев уже получены положительные результаты. Для России эта технология не представляется столь перспективной. Во-первых, производство солнечных батарей пока еще является экологически вредным и нет признаков того, что уровень химических выбросов от него в обозримой перспективе снизится. Во-вторых, значительная часть территории страны находится в зоне низкой солнечной радиации и обеспечение полноценного энергопотребления на большинстве территорий за счет солнечной энергии маловероятно. Другой вопрос, что солнечные батареи, ветровые генераторы электроэнергии, водородные топливные батареи и т. п. могут быть эффективно использованы для питания (дополнительной гарантии питания) изолированных потребителей, таких как маяки, базовые стан-

<sup>20</sup> Создание и внедрение в производство таких автомобилей предусматриваются в рамках американского антикризисного плана.

Табл. 1. Основные «закрывающиеся» технологии («wild cards»), ожидаемые к реализации в 2009–2030 гг.

Характер технологии	Ожидаемое время появления (распространения)	«Закрывающиеся» или дополняемые сегменты рынка	Критически необходимые дополнительные условия	Значимость для России, степень разработанности	Риски	Страны разработки, примеры
<b>Топливо-энергетический комплекс</b>						
Экономически и экологически оправданный способ получения синтетического горючего из угля	Начало 2020-х гг.	Сырьевая база нефтеперерабатывающего комплекса расширяется в несколько раз	Развитие химии катализаторов (возможно, нанокатализаторов), электрохимии, органической химии	Чрезвычайно высокая степень обеспеченности России запасами угля и вместе с тем зависимость от рынков энергоносителей	Возможность регионализации рынков энергоносителей (значительные запасы угля, например, в Китае), снижения цен на нефть	Существуют значительные разработки в Германии; в России тема также разрабатывалась в последние годы
Экономически и экологически оправданные технологии добычи «нетрадиционных энергоносителей» (тяжелые и вязкие нефти, битуминозные пески и др.); технологии реобилитации истощенных месторождений	В зависимости от мировых цен; при инерционной динамике — 2020-е гг.	Радикальное изменение нефтяной географии мира. Переход Северной Америки на самообеспечение углеводородами	Устойчиво высокие цены на нефть. Разработка дополнительных технологий (для тяжелых нефтей), имеющих низкую энергоёмкость	Важность задачи реабилитации сильно обогатённых месторождений Западной Сибири. Имеются также существенные запасы тяжелых нефтей	Возможность снижения или стабилизации цен на нефть, а также локализации энергетических рынков	В Канаде имеются законсервированные мощности по переработке битуминозных песков
Экологически приемлемые технологии массового производства солнечных батарей	Поколение I — 2012–2015 гг.; поколение II (КПД до 50%) — около 2025 г.	Децентрализация энергоснабжения в сфере ЖКХ для стран умеренного климата	Развитие нанотехнологий и химического производства	Умеренная степень важности; значимы только в рамках создания локальных энергосистем в южных и юго-восточных районах страны	Сегментация энергетического и экономического пространства. Крайне высокий уровень технологических рисков	Работы широко проводятся в США, Японии, Евросоюзе; в наибольшей степени — в России
Компактные аккумуляторы электроэнергии с высокими энергетическими параметрами	Около 2020 г.	Распространение коммерчески приемлемых городских электромобилей	Исследования в области физики и электрохимии	Умеренная степень важности		США: работам придается высокая степень приоритетности в рамках «плана Обама»
Атомный реактор четвертого поколения; реактор с естественной безопасностью; реактор на быстрых нейтронах (РБН)	2020–2025 гг.	Полная смена технической платформы в реакторостроении	Развитие соответствующих физических дисциплин (для РБН)	Высокая степень важности в силу позиций на рынке реакторов	Риск распространения ядерных технологий двойного назначения	Активно ведутся работы во всех основных странах. Есть значительные заделы в России
Термоэмиссионный ядерный реактор с высоким КПД (не менее 50%)	Около 2030 г.	Развитие рынка реакторов малой мощности для децентрализованных энергосистем и, возможно, судов	Развитие соответствующих физических дисциплин. Рост спроса на децентрализованные либо имеющие избыток надежности энергосистемы	Высокая степень важности в силу наличия значительных территориальных (локальных) энергосистем	Значительные заделы в России	
Развитие МГД-генерации как дополнительного контура парогазовых и паротурбинных установок	Около 2030 г.	Скачок в развитии (эффективности) традиционной энергетики (парогазовых установок)	Развитие соответствующих прикладных физических дисциплин и инженерного дела	Очень высокая степень значимости, поскольку КПД отечественных паротурбинных установок значительно ниже, чем в развитых странах	Высокий уровень технологических рисков; тема не является частью мирового технологического мейнстрима	Россия — один из лидеров в разработке МГД-генераторов; имеются заделы, но работы приостановлены из-за высоких технологических рисков
Развитие водородной энергетики		Развитие альтернативного городского транспорта	Развитие атомной энергетики (использование АЭС для заправки энергии)	Неопределенная	Высокий уровень технических рисков, аварийная опасность подобных систем	Вероятно, будет продолжено в США и других развитых странах
<b>Материаловедение, производственные технологии</b>						
Индивидуализация производства на базе АСУ нового поколения	2020–2030 гг. (в отдельных отраслях)	Переворот в сфере производства; переход к производству на заказ (в частности, индивидуализация книгопечатания)	Интеграция традиционных производственных и информационных технологий (Smart) технологий	Весьма значимо, в том числе из-за кризиса квалифицированных кадров	Кризис традиционных отраслей обрабатывающей промышленности	Активно развивается в ЕС



Продолжение табл. 1

Переход к нанoeлектронике с базой в 10 нм	30 нм — 2012–2015 гг.; 10 нм — 2020–2030 гг.	Переворот в электронике	Развитие исследований в данной сфере	Неопределенная	Лидеры — США, ЕС
Создание новых пород скота и сортов растений при помощи геномной инженерии; создание искусственных биогеноценозов	Около 2025 г.	Вытеснение традиционных пород скота и сортов растений	Развитие генетических исследований	Очень высокая степень важности; основа конкурентоспособности ряда сложных технических систем, включая вооружения, авиатехнику, с высокой вероятностью, суда и легкие автомобили	Процесс уже идет (в Китае отменены запреты на генномодифицированную сою «тенных фабрик»; возникновение новых факторов заболеваемости людей Барак Обама)
Наноматериалы, нанокompозиты, фуллерены	2015–2020 гг.	Широкий спектр применения в сферах обороны, авиации и в других транспортных средствах; вытеснение из этих сфер традиционных конструктивных материалов более легкими и прочными; рост износостойкости систем на основе новых материалов	Развитие нанотехнологий	Очень высокая степень важности; возможность снизить экономики до мировых стандартов	Активное развитие в США и других странах
Источники света на базе светодиодов, а в дальнейшем — наносветодиодов	Светодиоды — 2009–2012 гг.; наносветодиоды — 2015–2025 гг.	Вытеснение традиционных источников света; существенный рост энергоэффективности в быту и производстве	Развитие нанотехнологий	Очень высокая степень важности; возможность отставание от развитых стран в области компьютеров высокой производительности	Активное развитие в ряде стран, включая Россию
Создание сверхсложных вычислительных систем на базе Grid-технологий	2010–2015 гг.	Развитие сверхсложных систем управления в сфере транспорта и, возможно, обороны; получение развивающимися странами доступа к вычислительным ресурсам большой мощности	Удешевление соответствующего программного обеспечения и развитие высокоскоростных оптических волоконных линий передачи данных	Очень высокая степень важности; возможность отставание от развитых стран в области компьютеров высокой производительности	Национальный приоритет для США, а в будущем, возможно, и для России
<b>Транспорт</b>					
Развитие производства экономически приемлемых гибридных двигателей (углеводороды плюс этанол)	2012–2015 гг.	Вытеснение традиционных двигателей внутреннего сгорания из некоторых сфер применения (городской транспорт, малолитражные легковые автомобили)	Высокие цены на углеводороды и относительно низкие на сельскохозяйственное сырье	Вероятно, высокая (экологические проблемы в городах, возможность производства коммерческого этанола за счет сельскохозяйственных мощностей)	Высокий приоритет для США и стран Латинской Америки; технологии уже существуют
Экономически приемлемый транспортный пассажирский самолет	При благоприятных условиях опытные образцы — около 2015 г.; начало эксплуатации — около 2025 г.	Сильное влияние на рынок дальнемагистральных узкофюзеляжных самолетов	Низкие цены на топливо; малолетные и энергоэффективные двигатели. Аэродинамика, обеспечивающая трансзвуковые полеты	Вероятно, высокая; возможность технологического прорыва на базе имеющихся заделов	США: Sonic Cruiser (Boeing) — проект приостановлен из-за скачка цен на углеводороды в начале 2000-х гг.; Россия: Ту-244 — разработки приостановлены; Япония: NEXST (проект разрабатывается)
<b>Медицина</b>					
Лекарства точечного воздействия	Около 2020 г.	Переворот на рынке лекарств, особенно сильнодействующих	Значительный объем венчурного финансирования; прорыв в нанотехнологиях (наномембраны, нанокатализ при очистке веществ)	Неопределенная (нет заделов, разрыв в базовых технологиях)	США

Продолжение табл. 1

Характер технологии	Ожидаемое время появления (распространения)	«Закрываемые» или дополняемые сегменты рынка	Критически необходимые дополнительные условия	Значимость для России, степень разработанности	Риски	Страны разработки, примеры
Таргетные лекарственные препараты с индивидуальным подбором для конкретного пациента	Коммерческое внедрение — около 2030 г.	Переворот на рынке лекарств	Развитие геномных исследований	Неопределенная (нет заделов, разрыв в базовых технологиях)	Возможность создания генетически изобретательного биологического оружия	
Производство генномодифицированных животных для донорства человеку отдельных органов и тканей (кожа и др.)	Около 2030 г.	Сокращение сферы донорства человеческих органов	Развитие геномных исследований	Неопределенная (нет заделов, разрыв в базовых технологиях)	Гуманитарные риски (биозтилка)	
<b>Прочее: оборона и безопасность</b>						
Использование вооружений, основанных на новых физических принципах (лазерное оружие)	2012–2015 гг.	Вытеснение ряда наземных средств и систем тактической ПВО; новые требования к конструкции боевой авиатехники и техники сухопутных войск	Развитие механики, совершенствование лазеров и электронной базы	Очень высокая; риск потери рынков систем тактической ПВО; проблемы на рынках военной авиатехники	Снижение порога приемлемых сил из-за минимальных человеческих потерь у более технических оснащенной стороны	Активные исследования в США и ЕС
Радиочастотная метка (RFID)	2010–2012 гг.	Переворот в сфере обеспечения безопасности и контроля доступа; возможность отслеживать перемещение отдельных товаров и людей		Неопределенная	Гуманитарные риски (нарушение приватности личной жизни)	Технологии уже существуют и развиваются (лидер — США)
Квантовая криптография	Около 2015 г.	Переворот в сфере криптографии и защиты информации, а также в расшифровке «закрытых» текстов	Развитие соответствующих разделов математики и компьютерной техники	Вероятно, высокая	«Гонка криптосистем» на государственном уровне; гуманитарные риски (нарушение приватности личной и бизнес-переписки)	В США — приоритет национального уровня
Полностью автономные боевые средства; развитие АСУ боевого управления с минимальным вмешательством оператора	Около 2020 г.	Устаревание ряда видов боевой техники и АСУ военного назначения		Вероятно, высокая (ограниченные возможности для ведения военных действий со значительными человеческими потерями)	Утрата контроля над военным потенциалом в кризисной ситуации в случае сбоя в работе АСУ	Военная робототехника — один из наиболее развивающихся секторов рынка (включая Корею, Сингапур); беспилотные летательные аппараты широко применяются в ряде стран мира. Predator (США) — носитель управляемых ракет, применяемый в Афганистане
Переход к «сетцентрическим» принципам управления — сбор информации и ее обработка децентрализованно, обеспечен доступ конечных пользователей к необходимому массиву информации	2015–2020 гг.	Устаревание ряда видов боевой техники и АСУ военного назначения; качественный отрыв от стран, ведущих традиционные боевые действия	Развитие соответствующих средств обработки информации (обеспечение межмашинной обработки информации в реальном масштабе времени в ходе боевых действий)		Неопределенная степень устойчивости в условиях применения средств радиоэлектронной борьбы; возможность перехвата противником контроля за отдельными элементами командной системы	Абсолютный приоритет для США; элементы уже находят применение в региональных конфликтах
<b>Образование</b>						
Распознавание образования на «креативно-центричное» и «компетентностно-центричное»	2015–2025 гг.	Отмирание существующей университетской модели образования	Развитие технологий креативного образования	Неопределенная; скорее риск, чем возможность	Существенное число людей не сможет принимать участие в процессе креативного научного, технического и художественного творчества, они превратятся в чистых потребителей технологий, созданных другими	Происходит в ряде стран, включая Россию

ции сотовой связи, станции релейной связи, РЛС в труднодоступных районах и т. п.

### Новые производственные технологии

Главный тренд в этой области — модернизация производственного аппарата в целях интеграции компонентов традиционных производственных и информационных технологий, обеспечивающих контроль качества обработки, внесение «цепочечных» изменений в продукцию при выводе на рынок новых видов продуктов. Появление на рынках обрабатывающих центров нового поколения (в высокотехнологичных отраслях; в авиастроении, например, процесс уже идет) может привести к smart-производству, вплоть до конструирования и производства на заказ<sup>21</sup> под конкретного покупателя. Это — серьезнейший вызов для российских производителей: с одной стороны, кастомизация производства (о чем писал еще Э. Тоффлер в «Третьей волне») оставит «на предыдущей стадии» производителей массовой конечной продукции, включая, естественно, российских. С другой стороны, действует известный технологический парадокс: новые технологии (особенно информационные) в большинстве случаев требуют от работника гораздо более низкой квалификации (не говоря об общем образовательном уровне), чем, например, профессиональная квалификация замещаемых ими рабочих традиционных специальностей. Так, 5-6 работников – операторов обрабатывающего центра (работающего по предварительно загруженным математическим моделям профиля обрабатываемого изделия) со средним техническим образованием и квалификацией 2–3-го уровня способны в ряде случаев заместить 30–50 рабочих-станочников, часть из которых имеет 5–6-й уровень квалификации. При этом, правда, возникает определенное количество высокотехнологичных мест для разработчиков и наладчиков обрабатывающих центров, но их количество несопоставимо с численностью высвобождаемых станочников. Такое положение дел способно вызвать рост структурной безработицы и появление соответствующих требований к системе образования и переквалификации и к социальным структурам. Оно оказывает влияние и на характер нагрузки на систему профессионального образования.

Второе, не менее важное, направление — проникновение на рынок продукции, изготовленной с применением нанотехнологий. В первом эшелоне идет наноматериаловедение — создание фуллеренов (в ближайшие годы производство получит промышленный масштаб), нанополимеров, нанокомпозитов, нанопленок, напыляемых на ответственные узлы технических изделий (лопатки турбин, кромки крыльев самолетов и др.). Вместе с введением в производство суперсмазок на основе наночастиц (тех же фуллеренов) и наноклеев, частично заменяющих традиционные виды соеди-

нений, это приведет к качественно новым возможностям в развитии машин и оборудования (так, при нанесении соответствующих нанопокровов срок службы лопаток авиационных турбин увеличивается в 5–15 раз). Соответственно, если в России не будет осуществлен прорыв в наноматериаловедении, она может навсегда отстать как в производстве высокотехнологичной продукции (авиадвигателей, ракетной техники, части видов вооружений), так и в среднетехнологичном машиностроении, включая станкостроение, производство двигателей внутреннего сгорания, подшипников и др.

Еще одним фронтом развития нанотехнологий в мире является наноэлектроника. Конец прогнозируемого периода может ознаменоваться введением устройств в 10 нм (в ближайшей перспективе в разных странах — в 30–45 нм). Это означает, что российские производители, только намеривающиеся штурмовать барьер в 90 нм, не смогут создавать сколько-нибудь конкурентоспособную электронную продукцию.

Особняком стоит разработка наносветодиодов как перспективных источников освещения. Использование светодиодной техники для освещения в быту, жилищно-коммунальном хозяйстве, на транспорте позволит затрачивать электроэнергию в 5 раз меньше, чем в настоящее время. Кроме того, срок службы светодиодов в 10–15 раз выше, чем у ламп накаливания. В результате перехода к наносветодиодам станет возможным еще один рывок в данной сфере (экономия энергии до 15 раз, возможность создания светящихся поверхностей взамен традиционных светильников и др.).

### Оборонные технологии

В настоящее время, по всей видимости, начинается новый виток глобальной технологической гонки вооружений. Лидером в ней выступают США. Хотя суперамбициозная программа Future Combat Systems официально и остановлена (как и некоторые другие программы ВМС и ВВС), ряд ее элементов продолжит реализовываться. Соответственно, можно говорить о развитии в ближайшем будущем следующих важнейших направлений развития военных технологий:

- Комплексная информатизация поля боя; переход к «сетевидной войне», где в рамках специальной программы информация собирается распределенной системой датчиков, расположенных как на специализированных платформах (например, БПЛА), так и на многофункциональных боевых средствах (например, боевых самолетах), децентрализованно (в межмашинном режиме) обрабатывается и передается конечным пользователям. Одновременно существует возможность переключать управление отдельными ударными элементами сети между различными управляющими подсистемами. По оценкам американских экспертов, рост эффективности от формирования в различных звеньях и

<sup>21</sup> Обсуждается, например, переход к книгопечатанию непосредственно на заказ (Великобритания).

на различных уровнях управления ситуационной осведомленности, т. е. достаточно полного и точного набора информации о ситуации в реальном масштабе времени, и внедрение подобного подхода будут соразмерны результату появления огнестрельного оружия<sup>22</sup>.

- Милитаризация космоса. В случае, если не удастся добиться необходимых прорывов на переговорах, уже в перспективе до 2020 г. могут увидеть свет частично-орбитальные боевые системы, а к 2030 г. — постоянно размещенные в космосе вооруженные платформы. И США, и Россия, и, возможно, КНР уже располагают опытными экземплярами противокосмических (противоспутниковых) боевых средств.

- Освоение авиацией (включая беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и крылатые ракеты) гиперзвуковых скоростей и высот порядка 30 км (на это направлен ряд экспериментальных работ в США и России), что сделает соответствующие ударные средства неуязвимыми с точки зрения современной ПВО.

- Развитие безлюдных (в том числе роботизированных) систем вооружений. Подобные системы, особенно на базе БПЛА, уже активно используются в боевых действиях (например, БПЛА «Предатор», вооруженный ракетами «Хеллфайр», является одним из ключевых ударных средств американской коалиции в Афганистане). Разрабатываются наземные роботизированные комплексы (в основном для штурма сильно укрепленных позиций, особенно в городской застройке, а также для действий на местности, зараженной оружием массового поражения).

- Комплексное снижение заметности боевых средств (включая корабли и наземную технику) во всех физических полях. Переход к управлению физическими полями объекта (так называемые технологии Stealth второго поколения, концепция «smart-скин») в зависимости от конкретной решаемой боевой задачи. Интеграция радиоэлектронных и огневых средств радиоэлектронной борьбы.

- Внедрение ядерных средств малой и сверхмалой мощности, легитимация их применения для поражения особо высокозащищенных целей.

- Изготовление самоприцеливающихся боеприпасов (систем, определяющих приоритетность целей; обладающих «распределенным интеллектом»), а также автоматизированных систем управления (АСУ), действующих в автономном от человека режиме (оператор в лучшем случае выступает в качестве блокировщика решений, принятых АСУ).

- Конструирование оружия на основе новых физических принципов. Главным образом это разновидности лазерного оружия — от находящихся уже на выходе противоракетных и противовоздушных систем до разрабатываемого анτισнайперского оружия и других систем поля боя. Есть вероятность создания геофизического оружия, по крайней мере средств активного воздействия на состояние атмо-

сферы (частично уже существуют и применяются), в более отдаленной перспективе — на ионосферу. Возникновение «ионосферных бурь» в приполярных районах способно парализовать связь и затруднить использование стратегических ядерных сил на кроссполярных траекториях. Уже используется (в том числе частными военными компаниями) новый класс оружия — инфразвуковое. Будучи нелетальным, оно способно оказывать достаточно серьезное воздействие на поведение и морально-волевые качества военнослужащих противника вплоть до срыва атакующих действий.

В целом, главный тренд в сфере обороны — повышение автономности боевых средств, снижение их зависимости от действий оператора. С одной стороны, ожидается массовое развитие АСУ, в том числе в рамках перехода к «сетевидной» войне (с распределенными в пространстве источниками поступления информации, мощностей по их обработке, боевых средств), с другой — «безлюдных» военных технологий (разведывательные и ударные БПЛА, роботизированные штурмовые и охраняемые комплексы наземного базирования и др.). Оператор будет либо полностью исключен из процедуры принятия решений по применению боевых средств, либо его участие будет сведено к подтверждению решения, сгенерированного АСУ.

В ходе развития оружия массового поражения (ядерного на базе новых вычислительных средств, позволяющих моделировать процессы ядерного взрыва, и биологического) существенно снизятся и порог применения силы, и порог применения оружия массового уничтожения.

## Биомедицинские технологии

Биомедицинские технологии в своем развитии опираются на результаты исследований генома. Соответственно, во внимание необходимо принять перспективу возникновения новых пород животных и растений (вплоть до локальных искусственных фрагментов биогеоценозов), предназначенных для пищевых, топливных и медицинских (трансплантация органов и тканей) целей. Одновременно, в результате эволюции наномембранных технологий могут появиться новые классы лекарств точечного воздействия, излечивающих только определенный вид заболевания.

Оборотной стороной этих процессов является вероятность создания (в том числе на базе мощных вычислительных систем, например grid-систем) биологического оружия нового поколения — генетически избирательного (включая расовые и половые различия в геноме).

Исходя из сказанного выше можно выделить два базовых тренда, которые будут диктовать технологическую повестку дня:

- комплексная безопасность (дублирование централизованных систем энергоснабжения децен-

<sup>22</sup> По словам генерала ВВС Д. Джампера, «получить точные данные о ситуационной осведомленности значит увидеть место преступления до его совершения» [Кондратьев, 2009].

трализованными; задействование нетрадиционных видов энергоносителей; развитие новых систем контроля на базе RFID-меток);

- возможность вызвать управляемый технологический разрыв в такой сфере, как производственные технологии (благодаря применению нанокompозитов, смазок с использованием наноматериалов, «умных» производственных технологий) между технологически развитыми и развивающимися странами.

Развитие технологий в перспективный период способно спровоцировать ряд новых рисков:

- отраслевые: вытеснение с рынков традиционных товаров (например, традиционных металлообрабатывающих станков), возрастание «порогов выхода на рынки» (стандарты «де-факто», требующие применения smart-технологий, новых материалов<sup>23</sup> и т. д.);
- гуманитарные: с одной стороны, сужение «частной сферы» (privacy) из-за распространения новых технологий контроля и наблюдения (радиометки RFID, квантовая криптография), что потенциально создает условия для возникновения различных вариантов неототалитаризма. С другой стороны, риск раскола системы образования на креативно ориентированную и компетентностно ориентированную составляющие, порождающего соответствующее расслоение общества, что, как следствие, негативно влияет на качество человеческого капитала и подрывает формирование идентичности российского общества;
- снижение порога применения силы из-за возможности распространения военных биотехнологий и ядерного оружия;
- террористические риски: вероятность появления новых видов терроризма, включая высокотехнологичный терроризм (терроризм с использованием средств радиоэлектронной борьбы, ядерных материалов, беспилотных летательных аппаратов и др.) и суицидальный биотерроризм.

## О сценариях для России

Сценарии развития российской экономики определяются сочетанием двух наборов факторов:

- постоянных факторов развития, инвариантных по отношению к конкретному сценарию социально-экономического развития России;
- факторов, образующих сценарии и определяющих способ адаптации российской экономики к глобальному экономическому циклу. Здесь, в частности, имеются в виду наличие в экономике ренты различных типов и способы использования этой ренты.

К числу постоянных факторов развития, характерных для прогнозируемого периода, относятся:

- дефицит предложения на рынке труда;
- нарастание пенсионной проблемы, рост пенсионной нагрузки на экономику;
- стабилизация предложения энергоносителей и сельскохозяйственной продукции на рынке;
- усиление конкуренции на внешних и внутренних рынках продукции обрабатывающих отраслей.

На этом фоне можно выделить три сценария развития, различающихся как внешними условиями, так и действиями российских властей (см. табл. 2). По большому счету они определяются, во-первых, наличием ренты различного типа (сырьевой, транзитной или технологической), во-вторых, направлениями ее использования: на развитие (формирование новых компетенций в сфере производства технически сложной и среднетехнологичной продукции, соответствующей современным мировым стандартам) или на стабилизацию (создание различных резервных фондов и «подушек безопасности», призванных смягчить потери от негативных изменений мировой экономической конъюнктуры).

Сценарий инновационного прорыва (предполагающего на уровне глобальной экономики возврат цикла) подразумевает активное позиционирование российских производителей на ключевых внутренних и внешних рынках. На внешних рынках (5-7 крупных) возникают новые очаги компетенций, позволяющие занять 10–20% соответствующих ниш рынков. Одновременно повышается конкурентоспособность российских товаров, что способствует преломлению негативной тенденции ускоренного роста импорта, ведущей к быстро возрастающей нагрузке на платежный баланс.

Новые центры компетенций позволят создать новые центры экономической активности. Извлекаемая технологическая рента, непосредственно не зависящая от внешнеэкономической конъюнктуры, сделает российскую экономику более устойчивой к внешним шокам.

Недостатки и риски данного сценария являются продолжением его достоинств. Так, при подобном сценарии мы столкнемся с напряжением баланса инвестиций и бюджета (в силу высокой инвестиционной, оборонной и пенсионной нагрузки) и платежного баланса по капитальным операциям. Это, вероятно, вызовет риск срыва инвестиционного обновления российской экономики в случае, например, оттока прямых иностранных инвестиций с развивающихся рынков. Ключевой проблемой при этом станет необходимость избежать «перегрева» экономики и особенно сочетания «перегрева» российской экономики с чисто конъюнктурным ростом на внешних рынках.

Кроме того, существует риск кризиса компетенций, т.е. их нехватки для прорывов на рынках высокотехнологичной продукции в условиях высокой конкуренции. Дополнительным фактором может стать кризис торгового баланса, связанный с преимуществом импортных товаров перед отечественными по неценовым параметрам (качество, технологический уровень, «современность» и т. д.).

<sup>23</sup> Например, вхождение в состав стандартов «де-факто» для гражданских самолетов нанокompозитного крыла (или возникновение рынка узкофюзеляжных сверхзвуковых пассажирских самолетов) способно существенно осложнить выход на рынок российских среднемагистральных самолетов, включая перспективный МС-21.

Табл. 2. Особенности различных сценариев развития российской экономики

	Инновационный прорыв	Консервативно-сырьевой сценарий	Адаптация
<b>Внешние условия</b>	Возврат цикла (W)	Возврат цикла (W)	Длительный кризис (L)
<b>Основная проблема</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Достижение репозиционирования российских товаров на внешних и внутренних рынках</li> <li>• Повышение национальной конкурентоспособности</li> <li>• Компенсация как локальных «перегревов» внешнего рынка, так и провалов конъюнктуры</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стимулирование экономической свободы и самостоятельной активной деятельности российских и зарубежных инвесторов</li> <li>• Компенсация как локальных «перегревов» внешнего рынка, так и провалов конъюнктуры</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимость адаптироваться к плохой внешнеэкономической конъюнктуре</li> </ul>
<b>Идеи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Формирование новых центров компетенций в высокотехнологичных сферах</li> <li>• Повышение эффективности экономики</li> <li>• Становление среднего класса, характеризующегося наличием спроса на качественные товары и услуги</li> <li>• Появление второго источника технологической ренты, что приводит к снижению зависимости от экономического цикла</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечение стабильности в нижних точках кризиса за счет финансовых резервов</li> <li>• Активизация притока прямых иностранных инвестиций, что делает возможным использование современных технологий и доступ на рынки как следствие жесткой курсовой политики в комбинации с либерализацией экономики</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стабилизационная логика действий: ступенчатая девальвация рубля, активные внешние заимствования, реализация доступных конкурентных преимуществ (энергосырьевых, транзитных)</li> </ul>
<b>Риски</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Напряженность баланса инвестиций и федерального бюджета (отсутствие, по крайней мере на начальном этапе, «подушки безопасности»)</li> <li>• Риски «перегрева» в инвестиционной сфере, особенно синхронизированного с ухудшением мировой конъюнктуры</li> <li>• Дефицит компетенций, необходимых для достижения конкурентных позиций на рынках, ускоренный рост импорта, риск кризиса платежного баланса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточные меры стимулирования диверсификации российской экономики. Закрепление с большой степенью вероятности существующей экспортно-сырьевой модели экономики</li> <li>• Усугубление кризиса российской финансовой системы, неспособной предоставлять длинные кредитные ресурсы в приемлемых объемах и за приемлемые цены</li> <li>• Риск дефицита резервов в случае оттока спекулятивных капиталов с последующей вынужденной девальвацией</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Риск возникновения инфляционно-девальвационной петли</li> <li>• Риск потери имеющихся в сфере высоких технологий компетенций</li> <li>• Риск перехода к перманентному застою — 1 – +3% роста, не позволяющему реализовывать важнейшие приоритеты в сфере борьбы с бедностью, модернизации Вооруженных сил, строительства инфраструктуры, воспроизводства науки (заделов и кадровой базы) и т. д.</li> <li>• Риск перехода экономической нестабильности в социально-политическую</li> </ul>
<b>Валютная политика</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Относительно слабый рубль, защищающий российские рынки от внешней конкуренции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сильный рубль: борьба с инфляцией, привлечение прямых иностранных инвестиций; риск вынужденных девальваций</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Периодические девальвации рубля с попытками стабилизации; «инфляционно-девальвационная петля»</li> </ul>
<b>Бюджетная политика</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мягкая бюджетная политика, большие госинвестиции, налоговое перераспределение ресурсов между секторами, резервные фонды минимальны и быстро растрачиваются, активная политика госзаимствований</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Жесткая бюджетная политика, экономия бюджетных ресурсов (особенно инвестиционных), формирование резервных фондов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Жесткая (минималистская) бюджетная политика, направленная преимущественно на поддержку малообеспеченных групп населения и реализацию неотложных нужд в сферах обороны и инфраструктуры</li> </ul>
<b>Технологическая политика</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Локальное технологическое лидерство, активная кооперация с зарубежными игроками, в ряде случаев — с российской стороной в качестве интегратора</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Догоняющая модернизация в сырьевых секторах, утилизация «избыточного» технологического потенциала через упрощение участия в международных проектах с внешней интеграцией</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Утилизация «избыточного» технологического потенциала через упрощение участия в международных проектах с внешней интеграцией</li> </ul>

Соответственно, следует говорить о проведении мягких бюджетной (большие госинвестиции, налоговое перераспределение ренты от сырьевых секторов к обрабатывающим и др.) и валютной (постепенное ослабление рубля) политик. В сфере развития технологий необходимо достичь технологического лидерства на нескольких особо важных направлениях, а также значительно усилить международную научную кооперацию, в том числе с российской системной интеграцией проектов.

В рамках консервативно-сырьевого сценария (также предполагающего возврат экономического цикла на глобальном уровне) не просматриваются резкие структурные повороты, особенно вызванные возрастанием государственной активности. В качестве наиболее важных действий государства выступают либерализация рынков и стимулирование инвестиционной и инновационной деятельности; формирование достаточных резервов для прохождения циклов внешней и внутренней конъюнктуры.

Данный сценарий не основан на попытках государства изменить структуру экономики. В целом сохраняется нынешняя модель экономической политики, в центре которой — экспортно-сырьевые производства. Она предполагает накопление финансового потенциала (пресловутых «подушек безопасности») для прохождения циклических минимумов глобальной экономической конъюнктуры.

Наиболее узким местом этой модели представляются проблемы, которые привели к нынешнему социально-экономическому кризису. Снижение цен на экспортируемые ресурсы и отток спекулятивных капиталов могут спровоцировать новую волну экономического спада и девальвации рубля.

### О рисках курсовой политики при консервативно-сырьевом сценарии для России

Наиболее влиятельной из заинтересованных в данном сценарии групп является нефтегазовое лобби, которое и представляет промышленность. Кроме того, нефтегазовые доходы являются не основным, как сегодня, а исключительным источником бюд-

жетных средств. Таким образом, интересы и подавляющего числа заинтересованных лиц, и правительства совпадают в проведении политики очень слабого рубля.

С другой стороны, важным инструментом перераспределения нефтегазовых доходов за пределы экспортных отраслей при значительном профиците торгового баланса в период 2003–2007 гг. было постепенное укрепление курса рубля. Такой механизм позволял развивать сектор неторгуемых благ (прежде всего услуг), способствуя более равномерному росту доходов населения. Одновременно укрепляющийся курс стимулирует иностранные инвестиции для преодоления торговых барьеров.

В подобной ситуации обменный курс становится наиболее уязвимым элементом экономической политики. Привлечение прямых иностранных инвестиций и борьба с инфляцией потребуют жесткой курсовой политики. Вместе с тем, учитывая недостаточную конкурентоспособность российских товаров на внутреннем и внешнем рынках и зависимость от спекулятивного капитала, вероятны волны девальвации рубля.

В бюджетной сфере ожидаются минимизация прямого влияния государства на экономику и создание запаса прочности для бюджета на случай падения доходов. В области технологий наблюдаются догоняющая модернизация в энергосырьевых отраслях и «утилизация» технологического потенциала через участие в международных проектах.

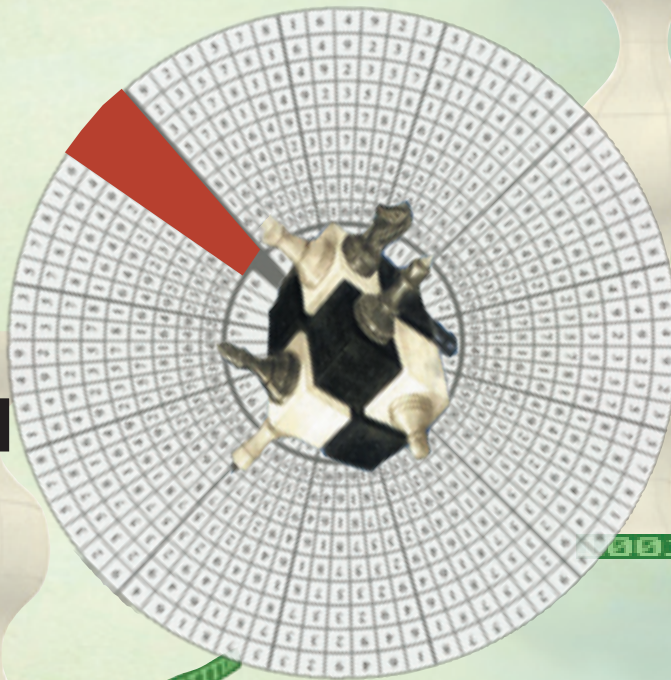
При адаптационном сценарии, являющемся проекцией сценария длительного мирового экономического цикла на российскую почву, ситуация выглядит наихудшим образом. Сырьевая специализация российской экономики приведет к чрезмерной зависимости от внешних рынков. В этом случае, несмотря на проведение сверхжесткой бюджетной политики, не удастся компенсировать ухудшение условий подготовки бюджетной политики только за счет разного рода резервов.

Тогда крайне высока вероятность серии девальваций рубля, втягивающих российскую экономику в известную по латиноамериканскому опыту инфляционно-девальвационную петлю.

- Баулин В., Кондратьев А. Реализация концепции «Сетевая война» в ВМС США // Зарубежное военное обозрение, 2009, № 6.  
 Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. М.: Academia, 1999.  
 Белоусов А.Р. Эволюция системы воспроизводства российской экономики: от кризиса к развитию. М.: МАКС-Пресс, 2006.  
 Бойкова М.В., Гаврилов С.Д., Гавриличева Н.А. Авиация будущего // Форсайт, 2009, № 1.  
 Бровчак С.В. Пенсионное обеспечение. Российский и зарубежный опыт. М.: ГУ-ВШЭ, 2008.  
 Горячева Н.В. Модель потребления алкоголя в России // Социологический журнал, 2003, № 4.  
 Зенин А. Разведка в сухопутных войсках США на основе анализа открытых источников информации // Зарубежное военное обозрение, 2009, № 5.  
 Иноземцев В.Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы. М.: Логос, 2000.  
 Кондратьев А. Реализация концепции «Сетевая война» в ВМС США // Зарубежное военное обозрение, 2009, № 6.  
 Минкс Э., Бельке Э. Мыслить категориями многовариантного будущего // Форсайт, 2008, № 4.  
 Новиков А.М. Российское образование в новой эпохе // Парадоксы наследия, векторы развития. М.: Эгвес, 2000.  
 Новиков А.М. Постиндустриальное образование. М.: Эгвес, 2008.  
 Перселгин С.Б. Анти-РЭНД: Новые карты будущего. М., 2009.  
 Российское экономическое чудо: сделаем сами. Прогноз развития экономики России до 2020 года. М.: Деловая литература, 2007.  
 Технологическая модернизация и экономический рост: контуры долгосрочного прогноза. Серия «Научные доклады: независимый экономический анализ», № 203. М.: Московский общественный научный фонд; Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования, 2008.  
 Уйтхауз Э. Пенсионная панорама. Пенсионные системы 53 стран. М.: Весь мир, 2008.  
 Фролов И.Э. Научно-технологический сектор промышленности РФ: экономико-технологический механизм ускоренного развития. М.: МАКС-Пресс, 2004.

# ПРОГНОЗ ПЕРСПЕКТИВ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КЛЮЧЕВЫХ СЕКТОРОВ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ\*

## БУДУЩИЕ ЗАДАЧИ



А.А. Чулок

Статья освещает некоторые результаты долгосрочного прогноза технологического развития ключевых секторов экономики России, полученные в 2007–2008 гг. За последние три года произошла существенная активизация деятельности заинтересованных министерств и ведомств по подготовке и принятию документов, определяющих долгосрочные перспективы развития страны, в частности на базе методологии Форсайта. Соответствующие проекты осуществляли Министерство образования и науки РФ (прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу, включая макроэкономический, научно-технологический и отраслевой блоки), Министерство промышленности и торговли РФ (энергетика, химия и металлургия), Министерство связи

и массовых коммуникаций РФ (информационно-коммуникационные технологии), ГК «Роснано» (нанотехнологии), Российская академия наук (прогноз развития фундаментальной науки), различные региональные ведомства и институты. Подобные инициативы государства, по сути, завершают 20-летний период простоя в формировании долгосрочных научно-технологических прогнозов и позволяют перейти от раннего этапа прогнозирования, когда основное внимание уделялось научно-технической сфере (характерный пример — комплексные программы научно-технического прогресса СССР), к третьему, современному, этапу, когда акцент смещается на социально ориентированные прогнозы [Cagnin, Scapolo, 2007; Georghiou, 1997, 2003; Martin, 2001; Miles et al., 2003].

\* Статья подготовлена по материалам исследований Межведомственного аналитического центра (МАЦ) в рамках проекта «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития РФ до 2025 года», выполненного по заказу Минобрнауки России и Роснауки.



Одной из центральных задач упомянутых проектов стало определение ключевых направлений научно-технологического прогресса в важнейших секторах российской экономики с учетом стратегических социально-экономических целей, перехода экономики России на инновационный путь развития и достижения значений целевых параметров, установленных в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. (КДР). Решение этой задачи предполагает выявление принципиальных проблем, существующих в секторах, оценку и характеристику спроса бизнеса на технологическую модернизацию, постановку конечных целей и индикаторов модернизации на долгосрочную перспективу, а также наличие возможных заделов. Учитывая большой объем полученных результатов, в данной статье мы рассмотрим только отдельные итоги первого цикла прогноза<sup>1</sup>, когда еще не учитывалось влияние мирового финансово-экономического кризиса на экономику страны.

## Методика исследования

В рамках отраслевого блока была разработана специальная методика, вобравшая в себя передовой международный опыт проведения отраслевых и корпоративных прогнозов и Форсайтов и адаптированная к российской специфике [Aichholzer, 2000; Cameron, Georghiou et al., 2006; Cuhls, 2001]. Цели работы обусловили необходимость взаимоувязки на уровне блока классификаторов, применяемых двумя другими блоками, — макроэкономического прогноза (укрупненный ОКВЭД) и научно-технологического прогноза (научно-технические направления). В частности, в составе отраслевого блока были выделены следующие базовые сектора экономики: энергетика и энергомашиностроение; транспорт; космос; авиация; гражданское судостроение; информационно-коммуникационные технологии; оборонно-промышленный комплекс; машиностроение; металлургия; фармацевтика и биопродукты.

Для сбора информации применялись такие методы, как анкетные опросы, углубленные интервью, фокус-группы и круглые столы. В ходе проекта был сформирован многоуровневый пул экспертов, куда входили отраслевые эксперты, эксперты со стороны бизнеса (руководители департаментов стратегического развития компаний, маркетологи, главные инженеры и технологи), представители научных организаций, эксперты-синтетика, осуществляющие сборку и сводку получаемой информации. Одной из трудностей реализации подобного рода исследований является определение респондента, т. е. конкретного специалиста или «метареспондента» (организации), который мог бы выступить в качестве

объекта опроса. Для ее преодоления в рамках цепочки создания конечного продукта (услуги) сектора выделялись соответствующие области, или звенья, в которых аккумулируется (формируется) информация, необходимая для решения поставленных задач<sup>2</sup>. Пример такой цепочки по сектору информационно-коммуникационных технологий предложен на рис. 1. Во время первого цикла проекта с применением этого метода был осуществлен поиск как агентов технологического роста и модернизации в секторе, так и очагов возникновения новых бизнесов, рынков и ниш.

Также были выявлены компании и организации, в наибольшей степени отвечающие целям и задачам опросов. Взаимодействие с бизнесом наиболее активно происходило через комиссии Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП): с их участием было проведено три раунда обследований.

Эмпирическая база проекта состояла из нескольких составляющих.

Во-первых, это собственно результаты опросов руководителей крупнейших частных и государственных компаний, организованных в рамках трех раундов по панели РСПП. Всего было опрошено более 500 организаций, уровень отклика составил примерно 20%. В процессе углубленных интервью (порядка 15) задавались неформализованные вопросы и проверялись пилотные версии анкет. Кроме того, на различных этапах работы использовались результаты опросов отраслевых экспертов, которые приняли участие еще и в углубленных неформализованных интервью и анкетных опросах (3–5 экспертов по каждому сектору).

Во-вторых, варианты формировались на основе всех документов, определявших долгосрочную стратегию модернизации экономики и ее секторов, в частности КДР и отраслевых стратегий, которые были в наличии на момент исследования; на микроэкономическом уровне были проанализированы имевшиеся стратегии инновационного развития крупнейших компаний.

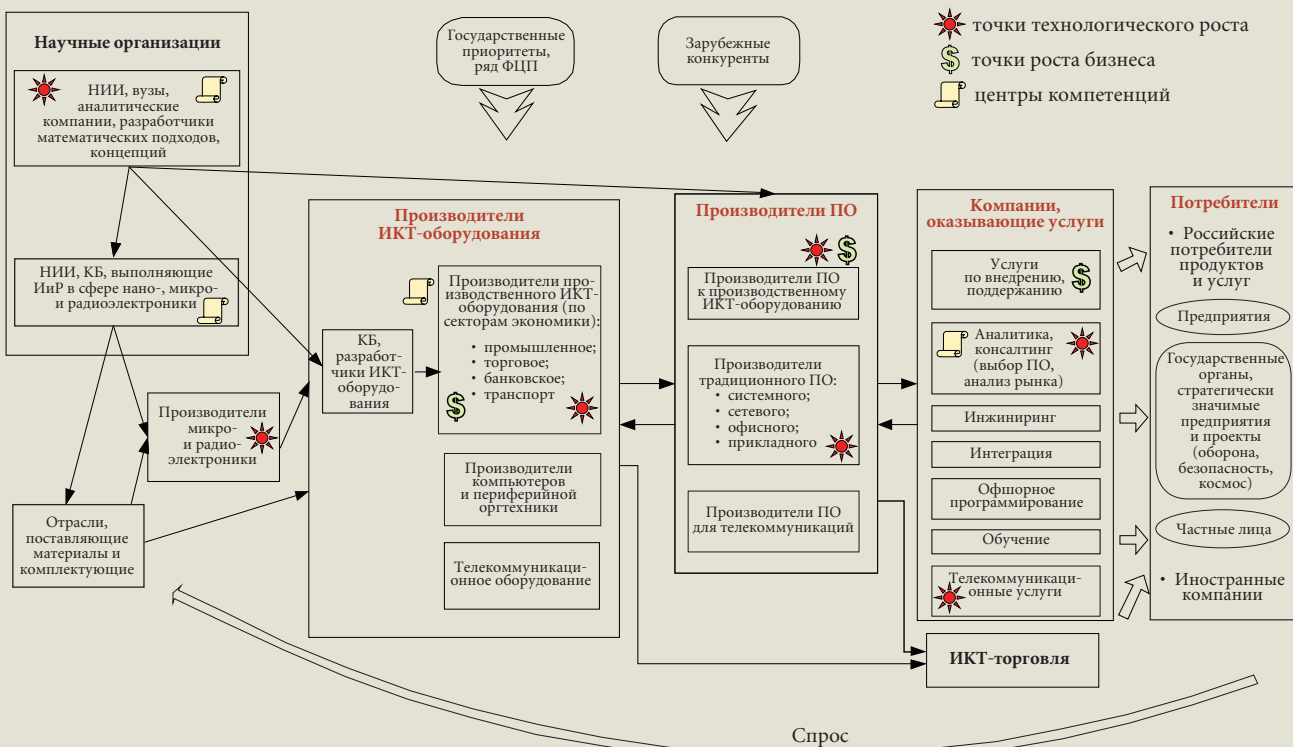
Наконец, в-третьих, отдельный блок эмпирических данных представлял собой итоги работы других участников Форсайта: макроэкономический блок предоставил основные параметры разрабатываемых им сценариев, научно-технологический — сведения, полученные после опросов научного сообщества по методу Дельфи (были получены данные по почти 800 технологиям, сгруппированным по 10 научно-техническим направлениям, которые в дальнейшем были переформатированы в разрезе секторов).

Кроме того, в работе использовались результаты опросов предприятий промышленности, выполненных МАЦ по другим проектам, в частности данные обследования порядка 1000 промышленных предприятий по вопросам инноваций [Засимова и др., 2008].

<sup>1</sup> При формировании прогноза активно использовались программные документы и планы Правительства Российской Федерации, министерств, ведомств, крупных компаний, материалы стратегий развития отдельных отраслей, разработанные Минпромторгом России, Минкомсвязи России, Российской академией наук, Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Международным энергетическим агентством (МЭА); а также прогнозные исследования российских и международных экспертных организаций.

<sup>2</sup> Реально обладать требуемой информацией могут все участники цепочки, однако аккумулирование этой информации происходит только на некоторых этапах создания конечного продукта (услуги) сектора, в силу чего соответствующие звенья цепочки рассматриваются в качестве «центров компетенций».

Рис. 1. Цепочка создания конечного продукта (услуги) для сектора информационных и коммуникационных технологий (ИКТ)



Источник: совместная презентация корпорации «Метасинтез» и Межведомственного аналитического центра на семинаре «Перспективы и сценарии долгосрочного развития российского сектора ИКТ», МАЦ, 2008.

Схема работы по каждому сектору (комплексу) приведена на рис. 2.

## Ключевые результаты

Проведенный в рамках отраслевого блока анализ показал, что одна из главных проблем — существенное отставание уровня технологического развития российских компаний от мировых лидеров. В первую очередь это обусловлено сложившейся системой воспроизводства технологической многоукладности отечественной экономики с ярко выраженным преобладанием производств с отсталыми технологическими укладами. Об аналогичном отставании используемых практически во всех секторах базовых технологий говорят данные, полученные в ходе опросов и углубленных интервью. Соответствующий временной разрыв, за редким исключением<sup>3</sup>, эксперты оценивают в 10–15 лет.

Участие российских секторов в основных мировых тенденциях также весьма маловероятно — даже в тех сферах, где, по мнению экспертов, у России есть хотя бы небольшие шансы занять ту или иную нишу на мировом рынке в ближайшие 10–15 лет. Так, итоги анализа в отношении возможности вовлечения России в наиболее значимые зарубежные тренды в авиастроении представлены в табл. 1<sup>4</sup>.

До сих пор актуальным остается вопрос несоответствия предложения технологий со стороны российского сектора исследований и разработок потребностям компаний в технологической модернизации. Российский бизнес все больше ориентируется либо на свою внутрифирменную науку, которая осуществляет доводку импортных технологий до конкретных нужд компании, либо на иностранные организации. Российская наука, со своей стороны, демонстрирует сильную неоднородность: наиболее конкурентоспособная ее часть уже давно интегрирована в мировые цепочки и сотрудничает преимущественно с зарубежными предприятиями; другая пытается найти заказы у российских компаний, но не готова подстраиваться под их потребности или отвечать их запросам. В результате разрыв между отечественным бизнесом и наукой становится все существеннее. В связи с этим принципиальное значение приобретает анализ отложенного (перспективного) спроса компаний на технологии и способности его удовлетворения за счет отечественных научных организаций. Большинство эмпирических работ ограничивается констатацией того, что такой спрос необходимо изучать или что его наличие возможно. Некоторые итоги проекта позволили более детально рассмотреть подобные моменты.

Подтверждением наличия отложенного спроса на технологии и технологическое перевооружение по

<sup>3</sup> Эксперты отмечают, что, например, в секторе ИКТ у России по ряду направлений есть неплохие шансы выйти на мировой рынок, в частности в области тонкопленочных технологий солнечных батарей, технологий транзисторов КМОП (комплементарные полевые транзисторы) и др. Но это лишь единичные примеры.

<sup>4</sup> Интересный обзор тенденций развития авиастроения представлен в статье [Бойкова, Гаврилов, Гавриличева, 2009].

Рис. 2. Содержательная модель работы по сектору



состоянию на середину 2008 г. является тот факт, что многие компании имели планы по технологической модернизации; для определения оптимальных стратегий и вариантов такой модернизации привлекались специализированные организации и проводился технологический аудит. Однако представители деловых кругов не всегда способны оценить эффекты от внедрения новых технологий, что, вероятно, говорит об отсутствии детальной проработки различных вариантов технологических решений. Многие респонденты в ходе углубленных интервью не смогли рассказать о существующих технологических развилках и ключевых проблемах компаний. Это, в свою очередь, свидетельствует о спорадическом характере инновационного процесса в компаниях. Наконец, сравнительно невелика доля предприятий, собирающихся менять базовые технологии производства, так как подавляющему большинству они позволяют производить конкурентоспособную продукцию (по крайней мере, в среднесрочной перспективе). Подобная консервация представляет собой скрытую угрозу: замена на аналогичное оборудование может означать сохранение отставания на один или даже два технологических уклада еще на пять–семь лет. Все вышеперечисленное еще раз подчеркивает важность участия бизнес-сообщества в принятии решений о технологическом облике сектора, с тем чтобы из игрока, потребляющего результаты исследований и разработок (ИиР), оно превратилось в формирующего спрос на них.

Опрос средних и крупных предприятий ключевых секторов экономики, проведенный МАЦ

в 2005 г., показывает, что потенциал для указанных изменений существует [Засимова и др., 2008]. Так, в среднем по выборке расходы на ИиР составляют примерно 1.3% от выручки, но руководители предприятий полагают, что для обеспечения конкурентоспособности следовало бы тратить на эти цели порядка 8%. Можно утверждать, что российский бизнес осознает необходимость существенного повышения уровня затрат на ИиР, но способы удовлетворения и направления реализации такого спроса вызывают озабоченность.

Рассмотрим итоги обследований бизнеса на примере сектора ИКТ. В соответствии с результатами многих эмпирических обследований уровень осведомленности респондентов о перспективных отечественных технологиях довольно низок, одновременно это является одним из наиболее часто упоминаемых факторов, препятствующих расширению спроса промышленных компаний на научные разработки (табл. 2).

Группа технологий, по которым ожидания науки и бизнеса совпадают, сравнительно невелика. В нее, в частности, входят: «одноразовые картриджи для водородных топливных элементов, используемых в сотовых телефонах, ноутбуках и другой электронике» (бизнес ожидает получить технологию до 2015 г., а наука готова предоставить к 2013 г.); «справочные системы и сервисы, использующие технологии геопозиционирования» (возможно, появятся в 2016 г., к этому же времени их ждет бизнес); «системы распознавания слитной речи без настройки на голос диктора, позволяющие преобразовывать аудиоинформацию в текст с заданной точностью» и «технологии логиче-

Табл. 1. Основные мировые тенденции и степень участия в них российской авиационной промышленности

Мировая тенденция	Возможность участия России
Внедрение цифровых технологий навигации	Состояние приборостроительной промышленности в России позволяет частично оснащать необходимыми средствами автоматизации как воздушные суда, так и наземные объекты. При этом по отношению к уровню ведущих мировых производителей отечественное приборное оборудование по некоторым показателям (например, по массовым характеристикам) находится в невыгодном положении. Чтобы соответствовать специфическим требованиям к составу приборного оборудования со стороны зарубежных заказчиков и сертификационных органов, авиапроизводители будут вынуждены устанавливать импортные комплектующие
Использование широкофюзеляжных магистральных воздушных судов (ВС)	В ближайшей перспективе российская авиапромышленность не планирует производить новые магистральные широкофюзеляжные самолеты. Предполагается, что потребности как мирового, так и внутреннего российского рынка в технике такого класса будут удовлетворяться за счет закупок у ведущих мировых производителей (компаний Boeing и Airbus)
Улучшение расходных характеристик ВС. Совершенствование акустических и эмиссионных показателей	Вопрос улучшения расходных и экологических характеристик в первую очередь связан с производством современных силовых установок. В настоящее время российским двигателестроительным комплексом выпускается лишь два конкурентоспособных двигателя для самолетов гражданской авиации — ПС-90А и SaM-146, причем последний является совместным проектом с французской компанией Snecma Moteurs. Все остальные модели относятся к разработкам предыдущего поколения. В среднесрочной перспективе планируется создание двигателя нового поколения на основе современных разработок и технологической базы. Повышение топливной экономичности и экологических показателей, связанное с освоением производства ВС на базе альтернативных аэродинамических схем, является объектом многолетних исследований ведущих специализированных научных организаций РФ (прежде всего ЦАГИ). Практическая реализация накопленного в данном направлении опыта возможна в отдаленной перспективе и связана с проблемой технологического совершенствования авиастроительной отрасли. Привлекательным вариантом является возможность использования силовых установок иностранных производителей при проектировании новых типов ВС
Снижение временных и материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт	Существующие системы послепродажного обслуживания российской авиатехники по своей эффективности далеки от аналогичных подразделений западных компаний. Прежде всего это касается оперативности их функционирования, а также контроля качества работ и комплектующих
Совершенствование ресурсных характеристик	Подавляющее большинство моделей современной российской коммерческой авиатехники выполнено по классической аэродинамической схеме с применением конструктивных решений, характерных для 1970–1980-х гг. Типичными материалами российской авиатехники являются традиционные дюраль и высоколегированная сталь, композиционные материалы используются лишь для неотчетственных конструкций и интерьера. В такой ситуации ресурсные характеристики могут быть обеспечены только за счет рационально спроектированной конструкции и сильно зависят от решений для конкретного типа ВС. Средний уровень ресурса отечественной техники составляет 60 тыс. летных часов. Дальнейшее совершенствование ресурсных характеристик планера в данном направлении, скорее всего, неэффективно. Перспективные проекты отечественных ВС, такие как SSJ-100 и БСМС, подразумевают расширение области применения высокотехнологичных материалов и, как следствие, новых типов конструкций, что позволяет ожидать достижения конкурентоспособных ресурсных характеристик (75 тыс. летных часов)

ской обработки информации, базирующиеся на выявлении и использовании причинно-следственных связей» (2019 и 2018 г. соответственно). В целом стоит отметить, что по большинству технологий ожидания бизнеса сильно смещены в сторону сегодняшнего дня при существенной разбалансировке по срокам. При этом в подавляющее большинство представленных технологий бизнес вкладываться не готов: в ходе анкетного опроса и углубленных интервью представители компаний говорили, что «лучше подождут, пока технология или продукт появятся на открытом рынке и будут доступны для приобретения». Компании изъявили желание участвовать в рамках частно-государственного партнерства в разработке лишь двух технологий.

Похожая ситуация наблюдается и в других секторах: например, в энергетике бизнес согласен

совместно с государством финансировать всего три из двенадцати технологий, в которых он заинтересован<sup>5</sup>, в транспортном секторе — ни одной (причем ни самостоятельно, ни совместно с государством)<sup>6</sup>. Форсированная разработка или приобретение представляются возможными в отношении технологий, являющихся стратегическими для страны и представляющих интерес и для государства, и для бизнеса.

Важной функцией Форсайта является обеспечение коммуникационных связей между ключевыми участниками процесса — наукой, бизнесом и государством. С этих позиций выстраиваемые в рамках проекта коммуникационные связи между наукой и бизнесом могут позволить им увидеть друг друга и взаимно адаптировать свои требования и возможности.

<sup>5</sup> Для итоговой оценки было представлено 35 технологий, в отношении 12 из них бизнес выразил заинтересованность.

<sup>6</sup> Для итоговой оценки было представлено 19 технологий, в отношении 11 из них бизнес выразил заинтересованность.

Табл. 2. Перспективные технологии ИКТ: осведомленность бизнеса, спрос и предложение, форматы возможного участия в разработке

Основные категории / технологии	Степень важности*	Спрос бизнеса**	Предложение науки***	Формат участия бизнеса
<b>Новые материалы. Комплектующие, датчики</b>				
Одноразовые картриджи для водородных топливных элементов, используемых в сотовых телефонах, ноутбуках и другой электронике	82.5	2009–2015	2013	Будет ждать появления на рынке
Материалы для систем связи, в том числе для волоконной оптики	82.5	2009–2015	2016	Частно-государственное партнерство
Разработка компактных источников энергии для долговременного (недели, месяцы) питания цифровых устройств массового применения	61.9	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Полимерные материалы для устройств памяти, переключателей, записи информации, детекторов, дисплеев, фильтров (оптических, мультиплицирующих, голографических), изоляторов, молекулярных устройств и микромашин	60.4	2009–2015	2021	Частно-государственное партнерство
Гибкие видеомониторы / мини-видеомониторы для диагностического оборудования	59.1	2009–2015	2021	Будет ждать появления на рынке
Моделирование наноприборов (нанотранзисторов и др.) для ультра-БИС с нормами проектирования в диапазоне суб-20 нм	68.2	2009–2015	2023	Будет ждать появления на рынке
<b>Системы и средства коммуникаций и передачи данных</b>				
Системы электронных торгов и электронной торговли	61.1	2009–2015	2015	Будет ждать появления на рынке
Широкое распространение систем определения положения людей или объектов на местности с высокой степенью точности (1–10 м)	85.8	2009–2015	2016	Будет ждать появления на рынке
Справочные системы и сервисы, использующие технологии геопозиционирования	84.2	2009–2015	2016	Будет ждать появления на рынке
Технологии, предусматривающие интеграцию услуг, предоставляемых через Интернет, в процессы деятельности организаций	59.1	2009–2015	2016	Будет ждать появления на рынке
Спутниковые системы телевизионного вещания и сети широкополосных мультисервисных услуг	63.4	2009–2015	2017	Будет ждать появления на рынке
Широкополосные беспроводные сети со скоростью не менее 100 Мбит/с. и соответствующие мультисервисные услуги	73.5	2009–2015	2017	Будет ждать появления на рынке
Оборудование для передачи широкополосного цифрового сигнала по сетям электропитания	39.1	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Web-технологии для электронного взаимодействия по более чем 50% документов, подаваемых гражданами в органы государственного и муниципального управления	77.3	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Широкое распространение коммуникационных инфраструктур, позволяющих организовать мультимедийные коммуникации с использованием мобильных терминалов в любой точке мира со скоростью до 50 Мбит/с.	73.9	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Технология создания радиооптических приемо-передающих трактов обработки и приема информации для радиолокации и связи	51.1	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Технология изготовления энергонезависимых устройств долговременного хранения информации сверхвысокой емкости	68.2	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Системы защиты хранилищ данных (включая технологии активной и пассивной защиты, резервирования данных), достаточно надежных для формирования служб внешнего архивирования с бессрочным хранением	61.6	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Автономные необслуживаемые микромощные радиоэлектронные устройства, программируемые по радиоканалу	72.1	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Спутниковые сети связи в диапазонах частот С и Ku практически на всей видимой с геостационарной орбиты (ГСО) поверхности Земли	61.3	2009–2015	2019	Финансирование уже идет
Широкое распространение цифровых устройств массового применения, сравнимых по эргономическим и потребительским качествам с изделиями из распространенных материалов (ткань, бумага, пластик)	66.2	2009–2015	2020	Будет ждать появления на рынке
Специализированные системы подвижной спутниковой службы (ПСС) повышенной пропускной способности на базе малых спутников	64.8	2009–2015	2020	Будет ждать появления на рынке
Разработка методов и устройств высокоскоростной связи с эффективной защитой от естественных и искусственных помех на основе нанотехнологий	84.7	2009–2015	2022	Будет ждать появления на рынке
Разработка технологии криптозащиты данных, устойчивой к вычислениям на гипотетическом квантовом компьютере	34.4	2009–2015	2022	Будет ждать появления на рынке
<b>Методы математического моделирования, программные продукты, базы данных</b>				
Технологии, системы и средства разработки ПО, позволяющие реализовать работу группы разработчиков независимо от места их нахождения	69.9	2009–2015	2015	Будет ждать появления на рынке
Широкое распространение виртуальных способов профессионального общения (более 80% документооборота компаний происходит в виртуальных средах)	68.5	2009–2015	2016	Финансирование уже идет
Разработка технологий проверки и тестирования ПО, обеспечивающих возможность создания крупных и свободных от ошибок программных проектов в короткое время	65.2	2009–2015	2017	Будет ждать появления на рынке
GRID-технология распределенного решения отдельных классов сложных вычислительных задач	56.9	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Разработка технологий логической обработки информации, базирующихся на выявлении и использовании причинно-следственных связей	61.6	2016–2025	2018	Будет ждать появления на рынке
Выявление механизмов и алгоритмов параллельной обработки информации в сетях цифровых устройств, содержащих более 10 <sup>9</sup> узлов при скоростях обмена между узлами от 1 Гбит/с до 1 Тбит/с.	72.6	2009–2015	2018	Будет ждать появления на рынке
Системы распознавания слитной речи без настройки на голос диктора, позволяющие преобразовывать аудиоинформацию в текст с заданной точностью	40.6	2016–2025	2019	Будет ждать появления на рынке

\* Рассчитано на основе пункта «Важность для России: высокая, средняя, низкая, неактуально для России» по индексу важности, предоставленному научно-технологическим блоком (ГУ–ВШЭ). В целях обеспечения сопоставимости оценок приведены значения отнормированного индекса важности.

\*\* Сроки отражают готовность бизнеса внедрить технологию в производство.

\*\*\* Сроки отражают ожидания и возможности науки предложить технологию на рынке. Сроки коммерциализации предоставлены научно-технологическим блоком (ГУ–ВШЭ).

## Выводы

Особенность перехода к инновационному сценарию развития страны состоит в том, что России предстоит не только резко сокращать разрыв в показателях технологического уровня экономики, но и создавать условия для обеспечения прорыва в тех секторах, которые определяют ее будущую специализацию в мировом хозяйстве. Осуществленные в рамках отраслевого блока исследования показывают, что одной из ключевых проблем научно-технологической модернизации отечественной экономики является сложившаяся система воспроизводства, основанная на устаревших технологических процессах.

Для кардинального повышения уровня технологического прогресса государство должно одновременно решить две задачи. Во-первых, ему следует содействовать созданию производств, базирующихся исключительно на новейших технологиях, т. е. таким образом стимулировать рост числа предприятий – технологических лидеров. Во-вторых, необходимо проводить политику вывода с рынка предприятий, использующих устаревшие технологии. Это может быть и прекращение бюджетного финансирования проектов, задействующих устаревшие технологии, и внедрение инструментов государственной поддержки проектов, реализуемых с применением новых технологий.

В 2009 г. по заказу Минобрнауки России начат второй цикл работ по прогнозу, в ходе которого будут разработаны сценарные варианты долгосрочного научно-технологического развития ключевых секторов российской экономики до 2030 г. Одна из главных задач этого цикла — укрепление позиций рассматриваемого прогноза как составной части системы прогнозов социально-экономической эволюции страны. Наряду с этим необходимость дальнейшей проработки и уточнения сценариев во многом вызвана мировым экономическим кризисом 2008–2009 гг., который уже оказал существенное негативное воздействие на Россию и может в значительной мере повлиять на базовые параметры среднесрочных изменений как в мировой, так и в национальной экономике, а также на

внешние и внутренние условия долгосрочного прогноза. В связи с тем что в ходе уточнения прогнозных индикаторов горизонт прогноза был расширен на перспективу до 2030 г., будут скорректированы и направления научно-технологической политики, призванной обеспечить поступательное технологическое движение с учетом негативных перемен в экономике и внешней конъюнктуре.

Существенным моментом, определяющим успех проекта, является активное участие в нем большого числа представителей бизнеса, науки, государственных структур и общества. Предприниматели, хорошо знающие проблемы реального сектора, помогут определить наиболее серьезные вызовы в развитии страны на долгосрочную перспективу, оценить предлагаемые технологии с точки зрения их практической значимости, верифицировать ключевые векторы технологического прогресса, выделить факторы, препятствующие росту конкурентоспособности высокотехнологичных отраслей в России.

С другой стороны, бизнес является одним из главных бенефициаров проекта. Промышленные предприятия получают информацию о вероятных перспективах развертывания существующих и возникновения новых рынков товаров и услуг, горизонтах развития важнейших технологических направлений. На основе обширной информационной базы проекта у бизнес-структур появится возможность строить программы долгосрочного инвестирования, основываясь на объективных оценках будущего.

В настоящий момент инициировано активное обсуждение результатов прогноза по таким направлениям, как морская деятельность и обеспечивающие отрасли промышленности, металлургия, лесопромышленный комплекс, медицинские технологии, информационно-коммуникационные технологии, энергетика. Среди наиболее значимых коммуникационных площадок, вовлеченных в данный процесс, — Российский союз промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленная палата Российской Федерации, «Деловая Россия», Центр стратегических разработок «Северо-Запад», отраслевые союзы и ассоциации. F

- Aichholzer G. Searching for Leadership in Innovation Niches: Technology Foresight in Austria. Institute of Technology Assessment, 2000.
- Cagnin C., Scapolo F. Technical Report on a Foresight Training Course. European Communities, 2007.
- Cameron H., Georghiou L., Keenan M., Miles I., Saritas O. Evaluation of the United Kingdom Foresight Programme. PREST, 2006.
- China's Report of Technology Foresight. Research Group of Technology Foresight. National Research Center for Science and Technology for Development, 2005.
- Cuhls K. Foresight with Delphi Surveys in Japan // *Technology Analysis & Strategic Management*, 2001, v. 13, No. 4.
- Georghiou L. Foresight: Concept and Practice as a Tool for Decision Making. PREST, 2003.
- Georghiou L. Third Generation Foresight — Integrating the Socio-Economic Dimension. PREST, 1997.
- Klusacek K. Technology Foresight in the Czech Republic // *International Journal of Technology Management*. Submitted for Publication, 2002.
- Martin B.R. Technology Foresight in a Rapidly Globalizing Economy / SPRU — Science and Technology Policy Research. University of Sussex, 2001.
- Miles I., Keenan M., Kaivo-oja J. Handbook of Knowledge Society Foresight. PREST, 2003.
- Бойкова М., Гаврилов С., Гавриличева Н. Авиация будущего // *Форсайт*, 2009, № 1 (9). С. 4–15.
- Засимова Л., Кузнецов Б., Кузык М., Симачев Ю., Чулок А. Проблемы перехода промышленности на путь инновационного развития: Микроэкономический анализ особенностей поведения фирм, динамики и структуры спроса на технологические инновации / Серия «Научные доклады: независимый экономический анализ». № 201. М.: Московский общественный научный фонд, 2008.

# ИНДИКАТОРЫ

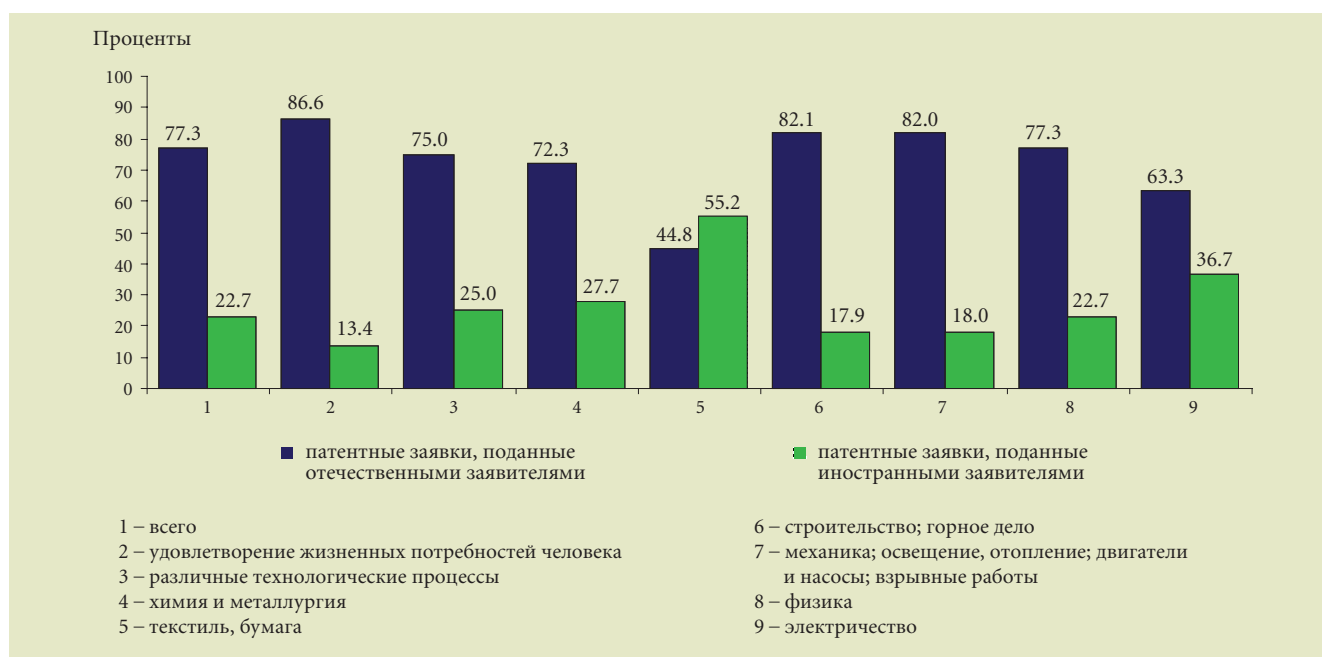
## ПОСТУПЛЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ЗАЯВОК И ВЫДАЧА ПАТЕНТОВ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Подано патентных заявок в России	29 989	29 225	30 651	30 192	32 254	37 691	39 439	41 849
В том числе:								
отечественными заявителями	24 777	23 712	24 969	22 985	23 644	27 884	27 505	27 712
иностранными заявителями	5212	5513	5682	7207	8610	9807	11 934	14 137
Выдано патентов с указанием России	16 292	18 114	24 726	23 191	23 390	23 299	23 028	28 808
из них:								
отечественным заявителям	13 779	15 140	20 621	19 123	19 447	19 138	18 431	22 260
иностранным заявителям	2513	2974	4105	4068	3943	4161	4597	6548
Действует патентов с указанием России	149 684	102 568	106 717	108 721	123 089	123 882	129 910	147 067

## ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ, ВЫДАННЫЕ С УКАЗАНИЕМ РОССИИ, ПО РАЗДЕЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПАТЕНТНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ\*

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Всего	16 292	18 114	24 726	23 191	23 390	23 299	23 028	28 808
Удовлетворение жизненных потребностей человека	3764	4419	7369	6190	6703	6738	6360	8025
Различные технологические процессы	2923	2939	3902	3729	3669	3897	3584	4298
Химия и металлургия	2929	3265	4221	4051	3645	3557	3702	5416
Текстиль, бумага	200	184	247	216	216	183	221	259
Строительство; горное дело	1298	1442	1596	1656	1659	1626	1536	1689
Механика; освещение, отопление; двигатели и насосы; взрывные работы	2172	2274	2934	2785	2634	2706	2679	2928
Физика	1903	2279	2648	2825	3068	2911	3048	3632
Электричество	1103	1312	1809	1739	1796	1681	1898	2561

\* Патенты, выданные отечественным и иностранным заявителям.



Материал подготовлен Г.С. Сагеевой.

Источник: рассчитано Институтом статистических исследований и экономики знаний ГУ-ВШЭ по данным Роспатента.

## по результатам Долгосрочного научно-технологического прогноза

**АЛФИМОВ**  
Михаил Владимирович

Директор Центра  
фотохимии РАН  
Председатель Научно-  
технического совета  
ГК «РоснаноТех»



**ДИНАМИЧНАЯ  
ПЛАТФОРМА  
ДЛЯ ДИАЛОГА**

В ходе долгосрочного прогноза задаются цели, временные рубежи их достижения, а также необходимые для этого условия. Поскольку любая цель являет собой некий образ будущего, то, стремясь к ее достижению, мы формируем свое будущее.

Ценность осуществленного в России Форсайт-проекта в первую очередь состоит в том, что он закладывает системную основу для принятия решений, формирования научно-технической политики. В связи с этим к такому проекту нельзя относиться как к разовому мероприятию. С учетом меняющихся жизненных реалий необходимо время от времени корректировать цели и пересматривать вырабатываемый на основе проекта план действий. Следует принимать во внимание и то, что наиболее ответственный и сложный с точки зрения согласования этап Форсайта — правильная постановка целей развития. Будем надеяться, что исходя из наших сегодняшних представлений о будущем, мы сформулировали их правильно.

Что касается результатов Форсайта, то они должны быть донесены до широкой аудитории. Для этого потребуются комплекс масштабных популяризаторских мер. Очень важно привлечь к обсуждению итогов максимальный круг экспертов из самых разных сфер, не опасаясь отрицательных оценок. Условием эффективной разработки стратегий на базе полученных результатов являются согласованные действия ключевых игроков и активное вовлечение различных профессиональных групп.

Долгосрочный прогноз можно рассматривать как стартовую версию нашего коллективного видения будущего, которая нуждается в постоянной критической оценке и периодическом внесении уточнений.

Если говорить о наноиндустрии, то Форсайт — это инструмент системного продвижения нанотехноло-

гий. Здесь переоценку следует проводить хотя бы один раз в три года. В отношении методик я придерживаюсь мнения, что России стоит ориентироваться на зарекомендовавшие себя практики ведущих стран.

Форсайт-прогноз выявил основные направления развития нанотехнологий, в которых Россия в состоянии претендовать на мировое лидерство. Прежде всего я имею в виду создание материалов широкого назначения для медицины, машиностроения и т. п., которые будут сочетать в себе свойства, обычно принадлежащие материалам совершенно разных классов; желаемые параметры при этом подбираются заранее. Благодаря способности комбинировать разнородные свойства новые материалы становятся персонифицированными и многофункциональными. Без нанотехнологий невозможно достичь столь широкого многообразия. Наноиндустрия обеспечит выпуск материалов для самых разнообразных областей применения на единой технологической платформе в рамках одного предприятия, что, в свою очередь, произведет определенный сдвиг в производстве товаров и сфере услуг. Например, появится одежда из «умных» материалов, адаптирующихся к окружающей среде и самочувствию человека; получат распространение биосовместимые материалы, которые по своим характеристикам напоминают ткани живого организма. В секторе здравоохранения уже в ближайшем десятилетии откроют новые методы диагностики и лечения. И это далеко не полный список.

Остается пожелать, чтобы Форсайт стал той динамичной платформой для диалога политиков, ученых, инженеров, предпринимателей, социологов и других специалистов, где оперативно оцениваются новые вызовы и возможности, корректируются задачи на будущее.



# МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ХАРАКТЕР ФОРСАЙТА

Почему мы говорим о Форсайте и чем он отличается от планов комплексного развития и технологических прогнозов? Технологические прогнозы практически всегда строятся только на основе аппроксимаций, неких тенденций развития. Несомненно, они нужны, но деятельность в их рамках ограничивается разработкой планов. Форсайт, если правильно его понимать и использовать, — это прежде всего процесс, который осуществляется с непосредственным участием экспертов в самых разных областях: политике, бизнесе, науке.



**КИРПИЧНИКОВ**  
Михаил Петрович

Декан биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Председатель Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации

Этот процесс предполагает ведение диалога, который, как мне кажется, гораздо ценнее самих его итогов. Он способствует формированию обстановки, подвигающей общество к достижению целей. Результаты как в технологических прогнозах, так и в Форсайте носят скорее вероятностный характер.

Это особенно важно в наш век, когда узкодисциплинарная структура восприятия природы в строгом смысле слова вообще исчезает. Для своего удобства человек придумал модель, состоящую из разных элементов: биологии, химии и т. д. Самое интересное при этом происходит на участках, где эти элементы граничат друг с другом. То же отмечается и в экономике, и в социальной сфере.

Главное в Форсайте — его междисциплинарный характер. Форсайт служит инструментом понимания того, что нас ждет в будущем, помогает определить конкретные пути движения вперед. Конечно, Форсайт имеет свои ограничения. По моему глубокому убеждению, данная методология прежде всего применима в сфере технологического развития. На уровне ориентированных фундаментальных исследований или, еще дальше, на уровне сформировавшихся технологий можно обсуждать, что дадут технологии и как воспользоваться полученными результатами. Когда же мы говорим о том, что принято называть фундаментальной наукой, самые интересные вещи оказываются непредсказуемыми. Так было, например, в начале XX в., когда работы Резерфорда, по сути, создали предпосылки для возникновения всей атомной промышленности, энергетики и ядерных вооружений. Более свежий пример — развитие геной инженерии в начале 70-х гг. прошлого века. Никто тогда не мог предвидеть, что в течение года-двух появятся работы Бойера (нобелевский лауреат), будут открыты два класса ферментов: лигазы и рестриктазы, предоставившие возможность человеку проектировать и кроить куски ДНК по своему усмотрению. Буквально сразу появятся проекты, направленные на получение генно-инженерных лекарств, в частности инсулина и других белков человека. Такие открытия нельзя предвидеть. Здесь Форсайт бессилен. Тем не менее это никоим образом не умаляет его значения. Форсайт в современном обществе абсолютно

незаменим, и не только как процесс, в результате которого появляется конкретный продукт (критические технологии, прогнозы развития региона и т. д.), но, с моей точки зрения, и как процесс, в котором участвуют эксперты, заинтересованные в решении задач будущего, что ведет к достижению консенсуса в обществе.

Говоря о российском Форсайт-исследовании, необходимо помнить о нашей традиции — «влияние личности на историю». Форсайт родился в обществе, которое в большей степени рассчитано на работу системы. Россия, безусловно, получает пользу от подобных исследований — когда лучшие эксперты в той или иной области дают те или иные предсказания, к ним нельзя не прислушаться. Однако модуляция личности в нашей стране слишком велика. Следует учитывать еще один очень важный фактор. Огромный пул ведущих экспертов вовлечен в программы, реализующиеся сегодня. В Форсайт-исследования стараются привлечь именно таких специалистов. Подобный путь может привести к стагнации, так как здесь проявляется конфликт интересов: люди, какими бы объективными они ни были, всегда заинтересованы в сохранении того, что они делают на данный момент. В Европе и Японии научились преодолевать элемент субъективизма. Возможно, благодаря тому, что они гораздо дольше практикуют Форсайт.

Но вернемся к Форсайту в России и его роли в развитии инновационной экономики страны. Если рассматривать технологическую цепочку, начинающуюся с открытий фундаментальной науки и заканчивающуюся товарами и услугами на рынке, то Форсайт наиболее результативен в том звене цепочки, где уже есть сформировавшиеся критические технологии, и почти не работает на стадии фундаментальной науки; с его помощью достигается понимание того, как использовать критические технологии. В этом процессе на первый план выступает открытая дискуссия, являющаяся своего рода катализатором в создании продуктов технологий, — а это и есть инновационная экономика. Надо только правильно использовать результаты Форсайта (конкретные предсказания и приоритеты) и корректно трактовать сам процесс, не отбрасывая или, наоборот, не завышая значимость тех или иных точек зрения, т. е. не переходя в субъективную плоскость. **F**

# БУДУЩЕЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЛЬФИ\*

А.В. Соколов

**Форсайт-исследование тенденций научно-технологического развития (научно-технологический блок комплексного проекта по разработке долгосрочного прогноза научно-технологического развития страны на период до 2025 года) было посвящено экспертной оценке позиций России в глобальном научно-технологическом пространстве и определению тех направлений, поддержка которых позволит повысить конкурентоспособность российской экономики и решать актуальные задачи социального развития. Важным результатом проекта стало также создание коммуникационных площадок для представителей органов государственного управления, государственных корпораций, частного бизнеса, научных организаций.**

\* Статья подготовлена по материалам исследований Государственного университета – Высшей школы экономики (ГУ–ВШЭ) в рамках проекта «Долгосрочный прогноз научно-технологического развития РФ до 2025 года», выполненного по заказу Минобрнауки России и Роснауки.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года, ориентированная на реструктуризацию отечественной экономики, ускорение ее перевода на инновационный путь и на повышение конкурентоспособности российских производителей, предполагает значительное увеличение вклада науки и технологий в социально-экономическое развитие. Новые вызовы, связанные с усиливающейся ролью инноваций и технологических изменений в мировом социально-экономическом развитии, ставят перед страной ряд стратегических задач:

- модернизация традиционных секторов экономики, в том числе за счет развертывания глобально ориентированных специализированных производств;
- развитие высокотехнологичных производств и расширение стратегических позиций России на мировых рынках наукоемкой продукции;
- обеспечение технологического лидерства страны по ряду важнейших направлений.

Постановка целей подобного масштаба требует выработки комплексных долгосрочных стратегий, что ставит на повестку дня определение перспективных для России областей развития и практического применения достижений науки и технологий на долгосрочную перспективу, обеспечивающих использование конкурентных преимуществ отечественных производителей и решение наиболее острых социальных проблем.

Ресурсы, выделяемые на научные исследования, даже в самых богатых странах не беспредельны и не могут в полной мере охватывать все направления науки и технологий, поэтому определение перспективных направлений исследований и выработка мер, направленных на их поддержку, становятся одним из важнейших инструментов научной политики [National Academy of Sciences, 2005; NISTEP, 2005a]. С учетом резкого усиления ресурсных ограничений в связи с глобальным экономическим кризисом наличие четких научно-технологических ориентиров на средне- и долгосрочную перспективу приобретает особенное значение для стран, претендующих на вхождение в число глобальных лидеров, в том числе и для России.

Выбор национальных приоритетов в сфере науки и технологий в России имеет свои традиции. С середины 1990-х ведется подготовка на регулярной основе перечней приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и критических технологий Российской Федерации. В этих условиях еще более актуальными становятся исследования, формирующие долгосрочное видение тенденций научно-технологического развития и обеспечивающие систематизацию представлений об областях науки, обладающих наибольшим потенциалом для технологической модернизации экономики России.

## Задачи исследования

Основной целью научно-технологического Форсайта является определение магистральных направлений развития российской науки с учетом глобальных тенденций и национальных социально-экономических целей. При этом решалось несколько ключевых задач:

- разработать новые подходы к определению областей науки и инноваций, требующих первоочередной поддержки со стороны государства;
- расширить представление о вероятных тенденциях будущего развития, вызовах и возможностях их разрешения;
- сфокусировать национальную инновационную систему на решении важнейших проблем, стоящих перед обществом и экономикой. Оценить сильные и слабые стороны российской науки в сравнении с мировыми лидерами, ее потенциал как один из важнейших факторов социально-экономического развития;
- способствовать формированию эффективных взаимосвязей между наукой, образованием, бизнесом и сферой государственного управления;
- привлечь новых игроков в процесс обсуждения проблем стратегического развития страны и выработки государственной политики в сфере науки и инноваций;
- повысить эффективность научно-технической и инновационной политики за счет более полного информирования лиц, принимающих решения, о долгосрочных перспективах развития науки.

## Методология исследования

Опыт реализации масштабных Форсайт-проектов свидетельствует о том, что необходимым условием их успеха является не только удачный выбор методов, но и продуманная последовательность их применения и организация выполнения работ (подробнее см. [Porper, 2008, p. 71]). Используемые методы должны ориентироваться на интеграцию экспертных знаний лучших специалистов, обеспечение активного, творческого участия и взаимодействия экспертов, подготовку объективной информационно-аналитической основы, позволяющей сопоставить их мнения с доказательной базой кодифицированных знаний<sup>1</sup>.

В качестве базового метода при разработке прогноза научно-технологического развития использовался метод Дельфи (экспертный опрос, проводимый в два этапа), который получил широкое распространение в странах с крупным научно-техническим потенциалом. Его первые применения относятся к 1950-м гг., когда корпорация RAND начала экспертные исследования по оценке перспектив отдельных областей науки и технологий [Gordon, Helmer, 1964]. В дальнейшем метод Дельфи применялся в Японии [Денисов, 2007; NISTEP, 2005a, 2005b], Германии [BMBF, 1998],

<sup>1</sup> В качестве рамочной структуры для выбора методов Форсайта может использоваться так называемый Форсайт-ромб (см. [Соколов, 2007, № 1, с. 13]).

Великобритании [Loveridge, Georghiou, Nedeva, 1995], Китае [Tsujiro, Yokoo, 2006], Кореи [Park, Seok-ho, 2006] и многих других странах.

По замечанию ряда исследователей [Lempert, Popper, Bankers, 2003, p. 17], выступая в качестве одного из ключевых методов долгосрочного анализа политики, Дельфи не претендует на угадывание будущего — его целью является формирование информированного консенсуса о вероятных направлениях развития науки и технологий.

Опросы Дельфи, осуществляемые в разных странах, имеют много общих черт: как правило, они носят масштабный характер, осуществляются в комбинации с другими экспертными методами, охватывают широкий спектр научно-технологических направлений<sup>2</sup>. К участию в опросах привлекаются тысячи квалифицированных экспертов, а временной горизонт составляет от 20 до 30 лет. В то же время такие работы имеют ярко выраженную национальную специфику: даже в реализованном в Германии проекте, реплицирующем японский прогноз [Cuhls, Kuwahara, 1994], эти особенности носили очевидный характер.

Отечественная специфика, отраженная в методологии прогноза, проявилась в составе рассматриваемых областей и их иерархической структуре (направления — области — темы), ориентации на цели социально-экономического и научно-технологического развития страны, процедурах идентификации прогнозных тем, организации опроса экспертов и др.

Российский Дельфи охватывал все важнейшие направления развития науки и технологий, которые включали более 60 тематических областей и свыше 900 тем прогноза — научных достижений, прорывных технологий, перспективных инновационных продуктов. В опросе участвовали более 2 тыс. экспертов из ведущих научных организаций, вузов и инновационных компаний, представлявших более 40 регионов России. Привлечение столь значительного числа экспертов было связано с необходимостью получения репрезентативных результатов для всех ключевых направлений развития науки, технологий и техники.

Первый уровень составили девять приоритетных направлений:

- информационно-телекоммуникационные системы;
- индустрия наносистем и материалов,
- живые системы;
- медицина и здравоохранение;
- рациональное природопользование;
- энергетика и энергосбережение;
- производственные системы и промышленная инфраструктура;
- авиационно-космические и транспортные системы;
- безопасность на производстве, транспорте и в повседневной жизни.

Каждое из них было разбито на 5–7 тематических областей, образующих второй уровень классификации. В свою очередь, каждая область включала конкретные разработки и технологии — темы прогноза (общим числом более 800), составившие нижний, третий уровень. Именно они легли в основу Дельфи-опроса.

В структуре прогноза на верхнем уровне иерархии был выделен ряд приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, а на втором уровне — критические технологии Российской Федерации из действовавшего на момент проведения исследования перечня, утвержденного Президентом России в 2006 г.<sup>3</sup> (рис. 1).

Перечень приоритетных направлений был несколько расширен. Наряду с традиционными для научных прогнозов «Живыми системами», охватившими теоретические аспекты изучения наук о живом и биотехнологии, в исследование был включен раздел «Медицина и здравоохранение», в котором основное внимание было уделено применению научно-технических достижений в области практической медицины (диагностики, профилактики и лечения наиболее опасных заболеваний). Был также добавлен раздел «Производственные системы и промышленная инфраструктура», в котором представлены технологии, способные изменить облик промышленности.

Методология исследования опиралась на комплекс экспертных методов и предусматривала несколько этапов (рис. 2).

На подготовительном этапе был организован пул экспертов, проведены статистические, библиометрические и патентные исследования (в том числе выявление «фронтов» науки и технологий на базе анализа наиболее цитируемых публикаций за последние два года), обобщены итоги зарубежных научно-технологических прогнозов. На этой основе были подготовлены предварительные перечни тем для включения в опрос Дельфи.

Эксперты отбирались из числа ведущих специалистов реального сектора экономики, ученых (с учетом индексов цитирования в научных журналах, реферируемых в Web of Science) и представителей органов государственного управления. Для расширения пула экспертов использовался также метод кономинации (снежного кома). Всего было отобрано несколько тысяч экспертов, из числа которых были образованы экспертные панели в составе около 300 ведущих ученых и специалистов-практиков.

Темы прогноза представляли собой формулировки (длиной до 30 слов) инновационных продуктов, технологий (прорывных либо задающих скорость развития узкой технологической области) и тех фундаментальных научных результатов, на базе которых могут быть получены радикальные инновации. На предварительном этапе было предложено свыше 5 тыс. подобных тем, исходя из которых экспертные

<sup>2</sup> Подробнее о методе Дельфи см. [Кукушкина, 2007; UNIDO, 2005].

<sup>3</sup> См. <http://mon.gov.ru/dok/ukaz/nti/>

Рис. 1. Структура тематических областей исследования Дельфи

### Живые системы

1. Клеточные технологии
2. Геномные и постгеномные технологии создания лекарственных средств
3. Биокаталические и биосинтетические технологии, метаболическая инженерия
4. Биосенсорные технологии, биоаналитические устройства
5. Биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных
6. Технологии биоинженерии
7. Биоинформационные технологии

### Рациональное природопользование

1. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы
2. Технологии оценки ресурсов и прогнозирования состояния литосферы и биосферы
3. Технологии снижения риска и уменьшения последствий негативных природных и техногенных процессов и катастроф
4. Технологии предотвращения и снижения загрязнения окружающей среды, переработки и утилизации техногенных образований и отходов
5. Технологии экологически безопасной разработки месторождений и добычи природных ресурсов

### Энергетика и энергосбережение

1. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом
2. Технологии водородной энергетики
3. Производство энергии с использованием органического топлива
4. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии
5. Технологии новых и возобновляемых источников энергии

### Информационно-телекоммуникационные системы

1. Технологии передачи, обработки и защиты информации
2. Технологии распределенных вычислений и систем
3. Технологии производства программного обеспечения
4. Технологии создания электронной компонентной базы
5. Технологии создания интеллектуальных систем управления и навигации
6. Биоинформационные технологии
7. Другие технологии

### Производственные системы и промышленная инфраструктура

1. Новые материалы для промышленного производства
2. Высокоточные, энерго- и ресурсосберегающие способы формообразования
3. Высокоэффективные методы соединения материалов
4. Способы обработки материалов высококонцентрированными потоками энергии
5. Новые информационные средства диагностики материалов
6. Создание мехатронных устройств и машин для производственных технологий

### Безопасность на производстве, транспорте и в повседневной жизни

1. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, обеспечение защиты населения и биосферы, в том числе от угрозы террористических проявлений
2. Обеспечение безопасности функционирования объектов, в том числе опасных, и инфраструктуры
3. Обеспечение пожарной безопасности
4. Обеспечение безопасности на транспорте (автомобильном, воздушном и водном) и в общественных местах
5. Обеспечение защиты информации

### Индустрия наносистем и материалов

1. Нанотехнологии и наноматериалы
2. Технологии создания и обработки полимеров и кристаллических материалов
3. Нано- и микросистемная техника
4. Технологии создания и обработки композиционных и керамических материалов
5. Технологии создания мембран и каталитических систем
6. Технологии создания биосовместимых материалов

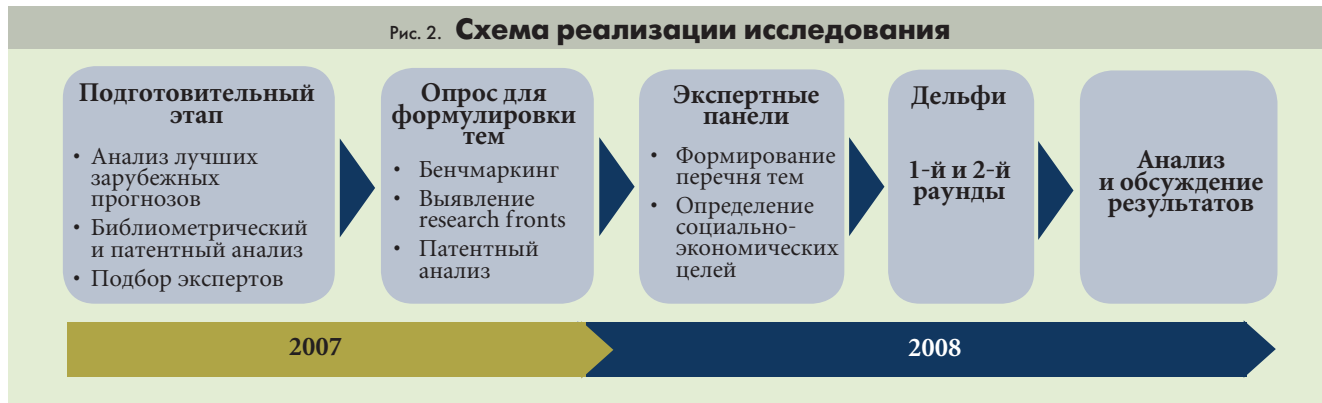
### Медицина и здравоохранение

1. Диагностика заболеваний
2. Лечение заболеваний
3. Совершенствование инвазивных способов лечения заболеваний
4. Психическое здоровье
5. Профилактика заболеваний
6. Инновационные технологии общего назначения
7. Оптимизация медицинского обслуживания

### Авиационно-космические и транспортные системы

1. Двигатели и энергетические установки
2. Авиационные и космические летательные аппараты
3. Функциональные системы и комплексы
4. Материалы, технологии их создания и обработки
5. Перспективные методы и средства для создания и обеспечения функционирования авиационной и космической техники

Рис. 2. Схема реализации исследования



ми панелями по тематическим направлениям определялись окончательные варианты для опроса Дельфи.

Важным элементом подготовки перечня тем стало обоснование системы критериев для их отбора. С этой целью проведено специальное исследование, в результате которого экспертная группа, объединившая видных ученых в области социально-экономических наук и представителей органов государственного управления, выделила систему социально-экономических целей, на достижение которых должны быть направлены перспективные научные исследования и разработки (табл. 1). Подобный подход отвечает глобальным трендам новейших Форсайт-исследований, которые все сильнее ориентируются на социальные аспекты технологического развития [Aligica, Herritt, 2009; Georghiou et al., 2008; Joergensen et al., 2009].

Указанный комплекс базовых национальных социально-экономических приоритетов, как видно

из их содержания, служит также основой для обоснования приоритетов инновационного развития. И наоборот, почти все перечисленные цели могут быть успешно достигнуты лишь при опоре на науку и новые технологии, на наиболее весомые достижения в этой сфере<sup>4</sup>.

### Организация и проведение опроса

Опрос Дельфи проводился в два раунда, в нем участвовали ведущие специалисты из сферы науки и образования, реального сектора экономики, органов государственного управления. В общей сложности были получены заполненные анкеты от более чем 2 тыс. экспертов из 40 регионов (рис. 3), представлявших около тысячи научно-исследовательских центров, вузов и производственных предприятий по всем важнейшим направлениям развития науки, технологий и техники.

Рис. 3. Региональное распределение экспертов, участвовавших в опросе



<sup>4</sup> Аналогичные исследования, направленные на идентификацию национальных целей социально-экономического развития применительно к формированию научно-технологических приоритетов, проводятся во многих странах (см., например, [National Academy of Sciences, 2005; National Intelligence Council, 2004, 2008]).

Табл. 1. **Важнейшие цели социально-экономического развития России (по итогам экспертного исследования)**

Направления социально-экономического развития	Задачи, обеспечивающие развитие в данных направлениях
<b>Человеческое развитие</b>	<b>Образование</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обеспечение качественного общего (среднего) образования для всех групп населения</li> <li>• повышение качества и изменение структуры высшего образования в соответствии с потребностями рынка труда</li> <li>• развитие системы среднего профессионального образования с учетом потребностей экономики</li> <li>• создание условий для обеспечения непрерывного образования различных групп населения</li> <li>• развитие и продвижение дистанционного образования</li> <li>• повышение доступности всех видов образования для людей с ограниченными физическими возможностями</li> </ul>
	<b>Занятость и социальное обеспечение</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• улучшение условий маятниковой миграции (совершенствование инфраструктуры основных направлений маятниковой миграции в регионах: строительство и ремонт дорог, введение дополнительных маршрутов общественного транспорта, введение скоростных видов общественного транспорта)</li> <li>• создание условий для повышения внутренней мобильности населения</li> <li>• создание условий для адаптации мигрантов</li> <li>• сокращение смертности от внешних причин (отравления, убийства, самоубийства, травмы в быту и на производстве)</li> <li>• реабилитация инвалидов и их интеграция в производственную деятельность</li> <li>• создание инфраструктуры и условий, облегчающих уход за нетрудоспособными</li> <li>• развитие системы социальной реабилитации</li> <li>• использование новых механизмов в социальной помощи и социальном обслуживании с оценкой эффективности их отдельных форм и административных затрат</li> </ul>
	<b>Наука</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• развитие среды генерации знаний, обеспечение практического внедрения научных результатов</li> <li>• поддержка воспроизводства кадрового потенциала науки</li> </ul>
	<b>Культура</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• расширение возможностей для духовного развития и удовлетворения культурных запросов</li> <li>• развитие информационных ресурсов (библиотеки, музеи, архивы и т. п.), их популяризация и расширение доступа к ним</li> <li>• развитие инфраструктуры и условий для отдыха и занятий спортом, популяризация здорового образа жизни</li> </ul>	
<b>Здоровье</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• сокращение детской смертности и инвалидности</li> <li>• сокращение младенческой смертности</li> <li>• сокращение смертности и инвалидности в трудоспособном возрасте</li> <li>• повышение рождаемости (за счет улучшения здоровья женщин, использования технологий, связанных со снижением бесплодия, и т. д.)</li> <li>• повышение доступности и качества медицинской помощи (в стационаре и в амбулаторных условиях), в том числе лекарственного обеспечения</li> <li>• развитие системы ранней диагностики и профилактики заболеваний населения</li> <li>• снижение заболеваемости социально опасными болезнями</li> </ul>	
<b>Жилищные условия</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• повышение обеспеченности населения качественным жильем по доступным ценам</li> <li>• обеспечение населения качественными коммунальными услугами по доступным ценам</li> <li>• адаптация жилых домов и прилегающих территорий для маломобильных групп населения</li> </ul>	
<b>Экономическое развитие</b>	<b>Структура экономики</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• модернизация традиционных отраслей промышленности (рост производительности труда, повышение доли добавленной стоимости, снижение ресурсоемкости)</li> <li>• модернизация АПК, лесного хозяйства и рыболовства</li> <li>• модернизация и развитие торговли и сферы услуг</li> <li>• развитие высокотехнологичных отраслей</li> <li>• развитие экспорта с высокой добавленной стоимостью и низкой экологоемкостью</li> <li>• создание условий для развития малого предпринимательства</li> </ul>
	<b>Инфраструктура</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• развитие транспортной сети, повышение ее качества, доступности и безопасности, в том числе экологической (автомобильный, железнодорожный, водный, воздушный, трубопроводный и другие виды транспорта)</li> <li>• развитие финансовой инфраструктуры, повышение ее надежности и доступности, снижение рисков участников</li> <li>• развитие ипотеки</li> <li>• развитие энергетической системы (производство, распределение, передача, хранение и использование электроэнергии)</li> </ul>	
<b>Природные ресурсы</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• повышение объема разведанных запасов полезных ископаемых и природных ресурсов</li> <li>• повышение производительности эксплуатируемых месторождений</li> <li>• повышение степени переработки природных ресурсов внутри страны</li> <li>• развитие воспроизводимых природных ресурсов</li> </ul>	
<b>Институциональное развитие</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обеспечение доступности и качества государственных услуг, создание механизмов обратной связи между государством, бизнесом, обществом</li> <li>• снижение уровня коррупции</li> <li>• повышение информационной прозрачности деятельности государственной власти</li> <li>• создание эффективной судебной-исполнительной системы</li> <li>• повышение уровня защиты прав собственности</li> <li>• развитие профессиональных ассоциаций, повышение их роли</li> <li>• создание эффективных институтов рынка труда</li> <li>• создание эффективной системы регионального управления</li> <li>• защита конкуренции на рынках, создание эффективных механизмов антимонопольного регулирования</li> <li>• снятие административных барьеров для бизнеса</li> <li>• повышение прозрачности бизнеса</li> <li>• развитие системы частно-государственного партнерства</li> </ul>
<b>Экологическое развитие и безопасность</b>	<b>Экология</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выявление и нейтрализация источников загрязнения окружающей среды (воды, воздуха, земли)</li> <li>• защита от стихийных (природных) бедствий</li> <li>• улучшение санитарных условий жизнедеятельности человека</li> </ul>
<b>Безопасность</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• укрепление обороноспособности</li> <li>• снижение рисков и возможного ущерба от террористических угроз</li> <li>• повышение достоверности прогнозирования природных катастроф и их предупреждение</li> <li>• предотвращение материального и иного ущерба от природных и техногенных катастроф</li> </ul>	

Рис. 4. Доля экспертов, отметивших перспективность отдельных направлений прогноза с точки зрения экономических эффектов (%)



## Результаты прогноза

В целом эксперты оценивают перспективы вклада науки и технологий в экономическое и социальное развитие страны достаточно скромно. Лишь в области авиации, космоса и производственных систем большинство экспертов отметили возможность усиления позиций России на мировых рынках. Повышение конкурентоспособности на внутренних рынках в большей степени характерно для энергетики и энергосбережения, а нанотехнологии имеют наибольший потенциал для встраивания в цепочки добавленной стоимости (рис. 4).

Основные проблемы научно-технологического развития, на решение которых должна быть направлена государственная политика, связаны с финансовой поддержкой исследований и разработок, развитием инфраструктуры науки и подготовкой квалифицированных кадров. В то же время многие эксперты отмечают значимость привлечения средств бизнеса. Решающая роль в доведении результатов научных исследований до коммерческих продуктов отводится развитию инновационной инфраструктуры (рис. 5).

Далее приведены интегральные оценки перспектив развития отдельных направлений науки и технологий по итогам опроса Дельфи.

### Информационно-телекоммуникационные системы

Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в России имеют широкий спектр применения — от социальной сферы (системы дистанционного медицинского обслуживания и диагностики; открытые стандарты обмена медицинской информацией, обеспечивающие своевременное и повсеместное представление профессиональных медицинских услуг; миниатюрные устройства для мониторинга важнейших параметров здоровья; справочные системы и сервисы на базе GPS-технологий) до государственного управления (электронное правительство), интеллектуаль-

В ходе второго раунда опроса экспертам сообщались интегрированные результаты первого раунда с тем, чтобы каждый респондент имел возможность скорректировать свои ответы с учетом позиции профессионального сообщества.

В итоге по всем рассматриваемым направлениям научно-технологического развития выделены:

- ключевые научно-технические результаты, которые могут быть достигнуты в период до 2025 г.;
- прорывные технологии с оценкой их возможного вклада в решение важнейших социально-экономических проблем, а также в обеспечение национальной безопасности;
- перспективные рыночные ниши для российских производителей;
- потенциальные экономические, социальные и экологические эффекты, связанные с реализацией новых технологий;
- рекомендации по мерам научно-технической и инновационной политики, способствующим опережающему развитию актуальных технологических направлений.

Рис. 5. Требуемые меры поддержки исследований и разработок и их коммерциализации (% от численности опрошенных экспертов)





ных систем управления производством, систем мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды и возникновения чрезвычайных ситуаций, систем обеспечения научных исследований (рис. 6).

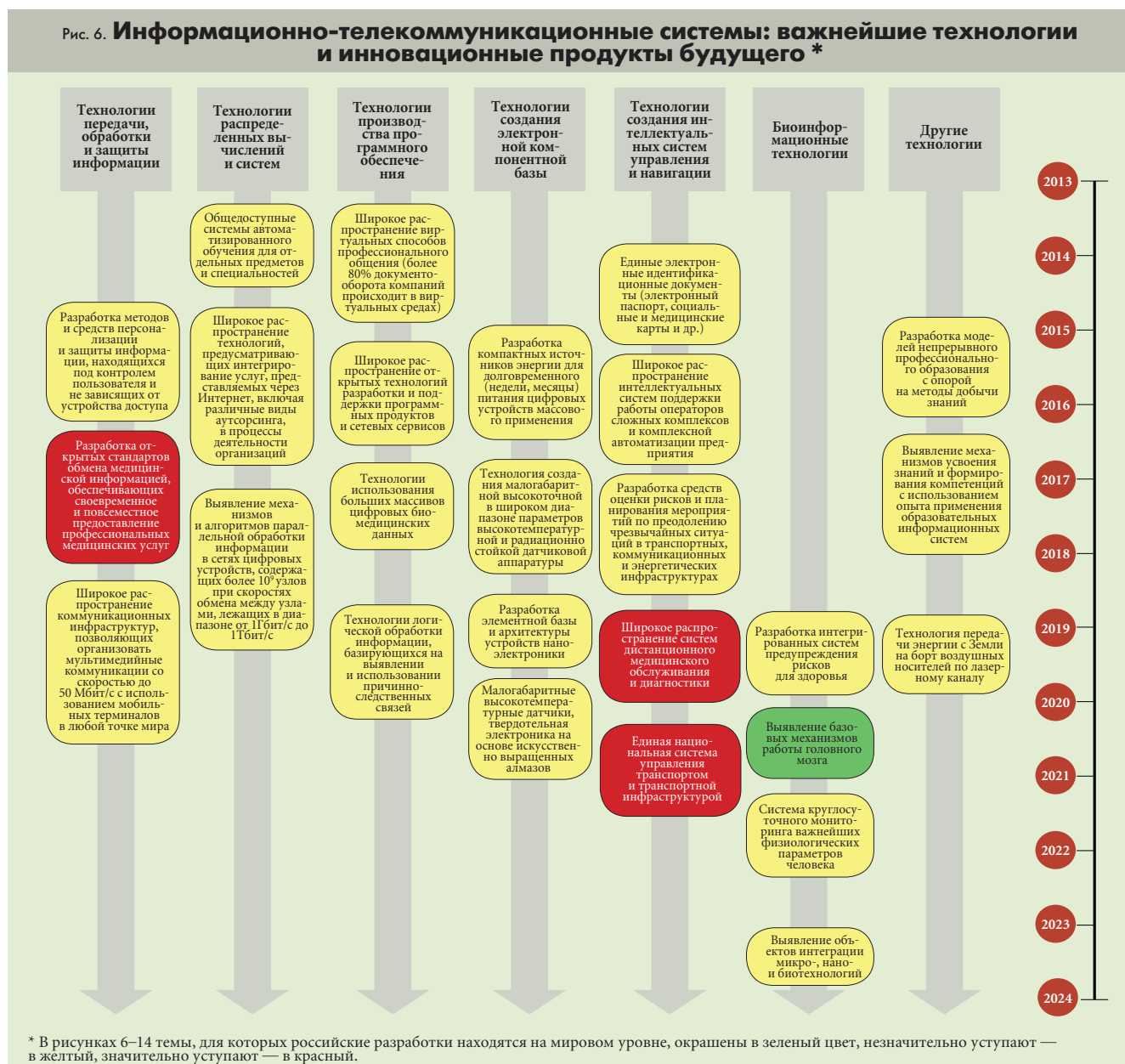
В сфере электроники наиболее актуальны относительно узкие и специфические области: малогабаритные высокотемпературные датчики; радиоэлектронные устройства, программируемые по радиоканалу; компоненты для электроники с тяжелыми условиями эксплуатации; компактные источники энергии для долговременного питания цифровых устройств массового применения; устройства твердотельной электроники на базе искусственно выращенных алмазов.

Вырастет потребность в защите информации от несанкционированного доступа и повышении надежности систем ее хранения. В сфере программного обеспечения приоритетное значение будут иметь открытые технологии разработки и поддержки программных продуктов, а также создание систем, обеспечивающих виртуальные способы профессионального общения и совместную работу территориально разобщенных групп специалистов.

Изменения в биоинформационных технологиях определяются инновациями на стыке микро-, нано- и биотехнологий, связанными с базовыми механизмами работы головного мозга и памяти, системами предупреждения рисков для здоровья и непрерывного мониторинга основных физиологических параметров организма. Другое важное направление имеет отношение к исследованию механизма усвоения знаний, в том числе при использовании образовательных информационных систем, и построению на этой базе моделей непрерывного профессионального образования.

Модернизация технологии распределенных вычислений и систем будет в значительной степени основана на создании алгоритмов параллельной обработки информации в высокоскоростных разветвленных сетях. Существенной сферой практического приложения в данной области станет интеграция различных услуг, предоставляемых через Интернет, а также введение в эксплуатацию систем автоматизированного обучения и организация доступа к формализованным знаниям.

Рис. 6. Информационно-телекоммуникационные системы: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего \*



\* В рисунках 6–14 темы, для которых российские разработки находятся на мировом уровне, окрашены в зеленый цвет, незначительно уступают — в желтый, значительно уступают — в красный.

По оценкам экспертов, Россия значительно отстает от развитых стран по уровню научных исследований в сфере ИКТ, сохраняя конкурентоспособность лишь в биоинформационных технологиях, технологиях производства программного обеспечения и технологиях распределенных вычислений и систем.

### Индустрия наносистем и материалов

Развитие нанотехнологий будет сопровождаться разработкой метрологического обеспечения и приложений в электронике: элементной базы, метаматериалов для оптоэлектроники, сенсорной техники, магнитной томографии, микроскопии сверхвысокого разрешения, трехмерных полупроводниковых и металлических наноструктур на основе эффектов самоорганизации, энергонезависимых устройств долговременного хранения информации сверхвысокой емкости (рис. 7).

Самыми значимыми приложениями в отношении мембран и каталитических систем представляются

катализаторы для процессов нефтепереработки, экологии и энергосбережения, фильтры и мембраны для очистки воды, воздуха, опреснения воды, а также каталитический синтез наноматериалов из доступного углеводородного сырья.

В медицине будут широко использоваться биосовместимые материалы, имитирующие ткани живых организмов; наноматериалы для экстренной остановки кровотечений; материалы и покрытия для производства имплантов, работающих под нагрузкой; наноконтейнерные технологии векторной доставки лекарств; магнитные наносистемы с регулируемой точкой Кюри (42–45°C) для лечения злокачественных опухолей, доставки лекарств и магнитной томографии.

Весьма разнообразны способы применения полимеров и кристаллических материалов, среди них: материалы с повышенной механической прочностью и химической стойкостью; антифрикционные материалы и покрытия, кристаллические материалы для инфракрасной техники, спинтроники и фотоники.

Рис. 7. **Индустрия наносистем и материалов: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего**

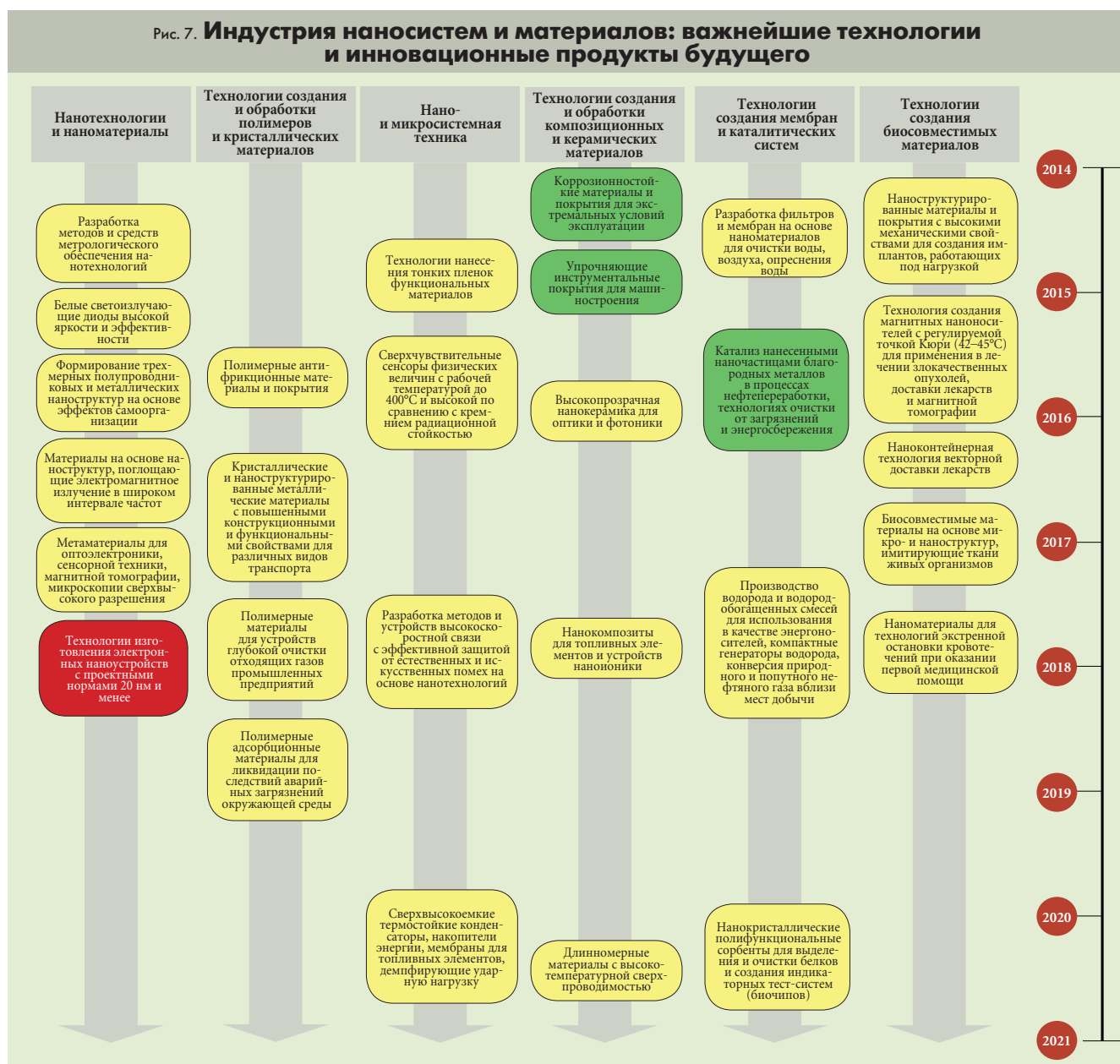
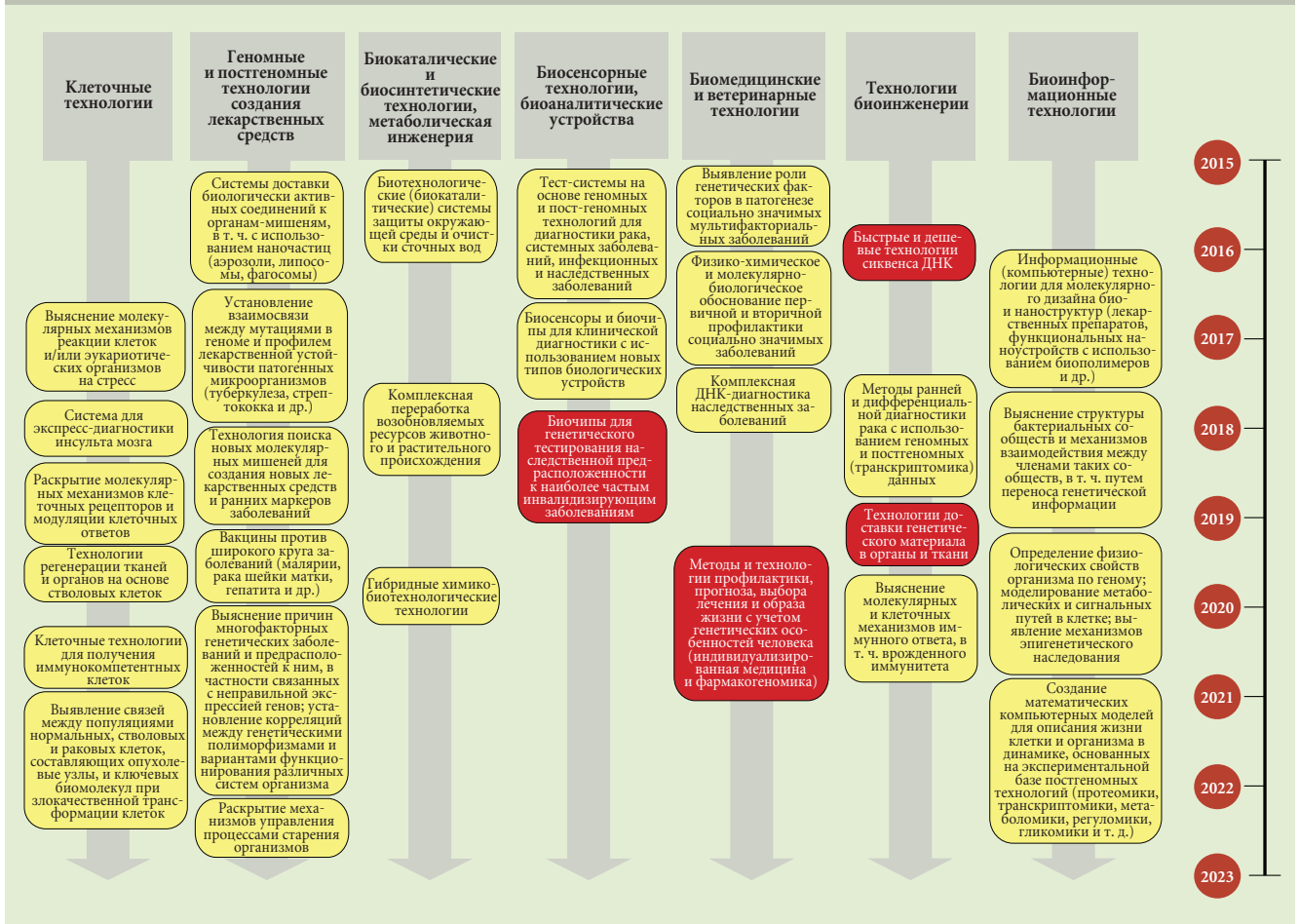


Рис. 8. Живые системы: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего



Значительный эффект ожидается от эксплуатации новых материалов в энергетике, в первую очередь для альтернативных источников энергии (солнечных батарей, портативных топливных элементов, аккумуляторов водорода, электрохимических и термоэлектрических источников тока, суперконденсаторов и др.).

Внедрение композиционных и керамических материалов поспособствует упрочнению инструментальных покрытий в машиностроении, повышению коррозионной стойкости материалов и покрытий для экстремальных условий эксплуатации. Среди перспективных приложений — высокопрозрачная нанокерамика для оптики и фотоники, нанокompозиты для топливных элементов и устройств наноэлектроники, ресурсосберегающие керамические мембраны с прецизионно регулируемой пористостью.

Что касается нано- и микросистемной техники, то особенно актуальны приложения для высокоскоростной связи с эффективной защитой от естественных и искусственных помех; моделирования наноприборов (нанотранзисторов и др.) для ультра-БИС с нормами проектирования в суб-20 нм диапазоне. Применительно к энергетике ожидается проектирование сверхчувствительных сенсоров физических величин с высокой по сравнению с кремнием радиационной стойкостью.

Уровень российских разработок в сфере нанотехнологий относительно выше, чем в других направ-

лениях, однако в целом отставание от мировых лидеров носит существенный характер<sup>5</sup>.

### Живые системы

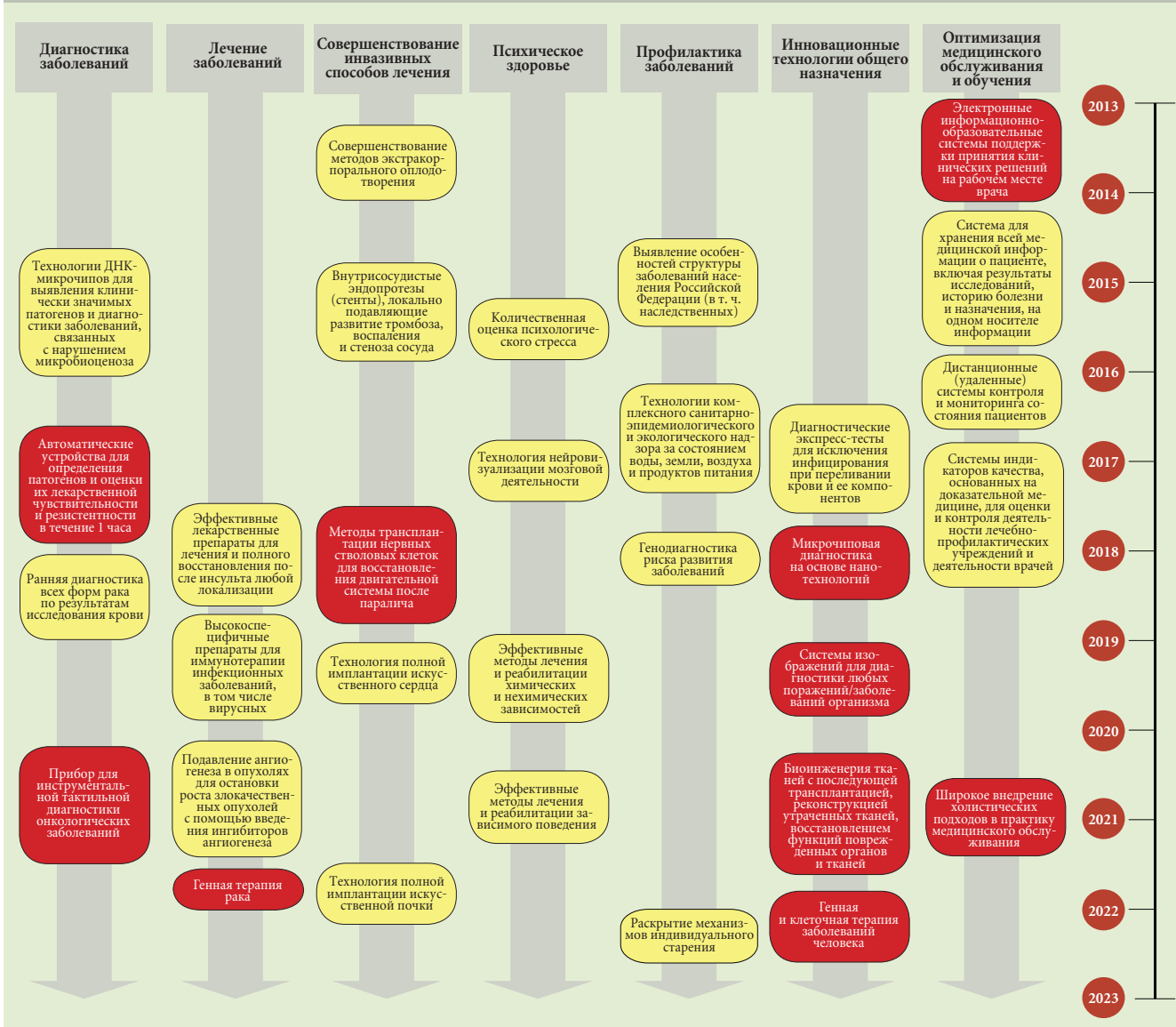
Технологии живых систем призваны сформировать основу для решения острых социальных проблем, касающихся каждого человека, — профилактики и лечения распространенных и опасных заболеваний, обеспечения радикального повышения эффективности сельскохозяйственного производства (рис. 8).

Наиболее перспективные направления в этой сфере связаны с интеграцией био-, нано- и информационных технологий. При этом, согласно экспертным оценкам, России жизненно необходимы разработки в области биосенсоров, биомедицины, клеточных, биокаталитических и биосинтетических технологий.

Основное практическое применение технологий живых систем ожидается в медицине, включая диагностику, профилактику и лечение социально значимых заболеваний (атеросклероза, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда и др.); комплексную ДНК-диагностику наследственных заболеваний; индивидуальное генетическое тестирование. На базе клеточных технологий будет достигнут прогресс в области регенерации тканей и органов с использова-

<sup>5</sup> Более подробно результаты Дельфи в области индустрии наносистем и материалов изложены в статье [Соколов и др., 2009].

Рис. 9. Медицина и здравоохранение: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего



нием стволовых клеток, иммунокомпетентных клеток, систем экспресс-диагностики инсульта мозга.

Биосенсорные технологии позволят разработать средства ранней диагностики заболеваний (тест-системы для диагностики рака, системных, инфекционных и наследственных заболеваний; биочипы для полуавтоматической регистрации генных маркеров наиболее значимых патологий и др.), выявления вредных веществ в пище и окружающей среде.

Прогресс геномных и постгеномных технологий существенно ускорит процесс создания лекарственных средств и повысит их эффективность. В практическом плане в качестве самых перспективных достижений стоит отметить поиск новых молекулярных мишеней для производства новых лекарственных средств и ранних маркеров заболеваний, открытие вакцин против широкого круга заболеваний (малярии, рака шейки матки, гепатитов А и С и др.). Нельзя недооценивать и системы доставки биологически активных соединений к органам-мишеням.

Биокаталические и биосинтетические технологии будут играть решающую роль для систем защиты окружающей среды и очистки сточных вод,

комплексной переработки возобновляемых ресурсов животного и растительного происхождения, разработки биodeградируемых пластиков, биосовместимых биополимерных материалов, самостерилизующихся поверхностей для медицины и т. п.

Биоинформационные технологии помогут в решении столь актуальных задач, как определение физиологических свойств организма по геному, молекулярный дизайн био- и наноструктур (лекарственных препаратов, функциональных наноустройств с использованием биополимеров и др.).

Технологии биоинженерии обеспечат доставку генетического материала в органы и ткани, быстрый и дешевый сиквенс ДНК, выведение трансгенных сельскохозяйственных растений с улучшенными свойствами. Вместе с тем в связи с острыми дискуссиями по поводу генетически модифицированных продуктов эксперты отмечают высокий уровень риска указанных технологий.

Российские разработки в области живых систем значительно уступают мировым. Несколько выше среднего уровень исследований и разработок в сфере биоинформационных, клеточных и биосенсор-

ных технологий, но и здесь отечественная наука конкурентоспособна лишь в отдельных направлениях.

## Медицина и здравоохранение

Медицина и здравоохранение — важнейшие области применения новых технологий как с точки зрения их социальной значимости, так и с позиций появления новых масштабных рынков (рис. 9).

Изменения в диагностике заболеваний предусматривают создание методов ранней диагностики всех форм рака по результатам исследования крови и автоматических устройств, позволяющих за короткое время (до одного часа) определять патогены, оценивать их лекарственную чувствительность и резистентность; ввод в эксплуатацию приборов для неинвазивного определения глюкозы в крови.

Совершенствование профилактики заболеваний будет основано на изучении особенностей (в том числе наследственных) структуры заболеваний населения Российской Федерации; внедрении технологий комплексного санитарно-эпидемиологического и экологического надзора за состоянием воды, земли, воздуха и продуктов питания; генодиагностике риска развития заболеваний. Однако внедрение новых технологий не даст ожидаемого эффекта в отсутствие эффективных программ медико-санитарного просвещения и пропаганды здорового образа жизни населения.

Как следствие оптимизации медицинского обслуживания и обучения появятся системы хранения всей медицинской информации о пациенте (включая результаты исследований, историю болезни и назначения) на одном носителе информации, дистанционные системы контроля и мониторинга состояния пациентов.

Укреплению психического здоровья будут способствовать новации в методах лечения химических и нехимических зависимостей, зависимого поведения, реабилитации. Еще одно ключевое направление исследований в этой сфере — разработка высокоэффективных лекарственных препаратов для лечения больных с психическими расстройствами с минимальными побочными эффектами.

Новые технологии нацелены на формирование диагностических экспресс-тестов для исключения инфицирования при переливании крови и ее компонентов; генную и клеточную терапию заболеваний человека; микрочиповую диагностику на базе нанотехнологий; биоинженерию тканей с последующей трансплантацией, реконструкцией утраченных тканей, восстановлением функций поврежденных органов и тканей.

Выпуск внутрисосудистых эндопротезов (стен-тов), локально подавляющих развитие тромбоза, воспаления и стеноза сосуда; внедрение технологий полной имплантации искусственного сердца и искусственной почки; эволюция методов экстракорпорального оплодотворения — все это послужит распространению более совершенных инвазивных способов лечения заболеваний.

Перспективные технологии лечения включают создание высокоспецифичных препаратов для иммунотерапии инфекционных заболеваний, в том числе вирусных; эффективных препаратов для лечения и полного восстановления после инсульта любой локализации; препаратов для лечения и полного восстановления функций печени при вирусных гепатитах; высокоэффективных противовирусных лекарственных препаратов с минимальными побочными эффектами; препаратов для иммунотерапии и иммунопрофилактики туберкулеза (в частности, латентного), а также подавление роста злокачественных опухолей с помощью введения ингибиторов ангиогенеза.

В сфере медицинских технологий наблюдается серьезное отставание от США, которые лидируют практически по всем направлениям. Относительно стабильные позиции отечественной науки отмечаются лишь в таких областях, как «психическое здоровье» и «совершенствование инвазивных способов лечения».

## Рациональное природопользование

Россия обладает колоссальными природными ресурсами (включая полезные ископаемые, лес, воду, уникальные природные объекты), на которых в огромной степени основывался экономический рост последних лет. В то же время эффективность использования этих ресурсов остается крайне низкой. Появление новых технологий позволит не только решать эти проблемы, но и существенно улучшить состояние окружающей среды, повысить качество жизни россиян (рис. 10).

В качестве наиболее значимых эксперты отметили технологии геоинформационных систем (ГИС) и дистанционного зондирования, которые дадут возможность в режиме реального времени оценивать и прогнозировать состояние различных видов природных ресурсов (земли и ландшафтов, водных ресурсов, биологических ресурсов морей и океанов и др.), осуществлять средне- и крупномасштабное экологическое картографирование, предлагать методы рационального использования лесов. Не менее важны экологически безопасные разведка, разработка месторождений и добыча природных ресурсов (в частности, на шельфе Мирового океана), а также рекультивация техногенно нарушенных территорий.

В части снижения риска природных и техногенных катастроф следует упомянуть комплексную систему оценки рисков для здоровья населения от загрязнения окружающей среды и систему интегрального мониторинга безопасности и качества сельскохозяйственного сырья, применяемых компонентов (включая генно-модифицированные организмы) и продуктов питания.

Наиболее актуальные направления предотвращения и снижения загрязнения окружающей среды, переработки и утилизации техногенных образований и отходов включают технологии экологически безопасной переработки и утилизации бытовых и промышленных отходов; технологии очистки вы-

бросов промышленных предприятий в атмосферный воздух — мелкодисперсных частиц, канцерогенных веществ и т. п.

Высоко значение эффективных технологий в допользования (очистки сточных и дренажных вод промышленных производств, населенных пунктов и селитебных зон), восстановления качества загрязненных поверхностных и подземных вод.

Согласно оценкам экспертов, Россия, уступая мировым лидерам по большинству позиций, удерживает лидерство в сфере оценки ресурсов и прогнозирования состояния литосферы и биосферы, в том числе изучения роли биоразнообразия для обеспечения экологической безопасности.

### Энергетика и энергосбережение

Для достижения высоких темпов роста отечественной экономики необходимо ее устойчивое энергообеспечение, что предполагает как ускорение прироста энергопроизводящих мощностей, так и значительное снижение потерь при передаче и использовании электроэнергии.

Основные направления развития энергетики в России охватывают технологии энергосберегающих систем, производство энергии на основе органического топлива, атомную энергетику, новые и возобновляемые источники энергии (рис. 11).

Инновации в энергосбережении связаны с проектированием и строительством энергоэффективных зданий, что приведет к кратному снижению энергозатрат при их эксплуатации, а также с применением «умных» датчиков, призванных усовершенствовать управление процессами в энергетике. Радикальное повышение энергоэффективности может быть достигнуто за счет разработки и внедрения интеллектуальных систем мониторинга, диагностики и автоматического управления и формирования на этой базе сетей smart-grid, которые за счет оптимизации функционирования обеспечат сокращение потерь в сетях передачи энергии, аккумулирование энергии, выбор самых эффективных механизмов подключения производителей и пользователей энергии к сетям.

Производство энергии с использованием органического топлива будет развиваться за счет возведения

Рис. 10. Рациональное природопользование: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего

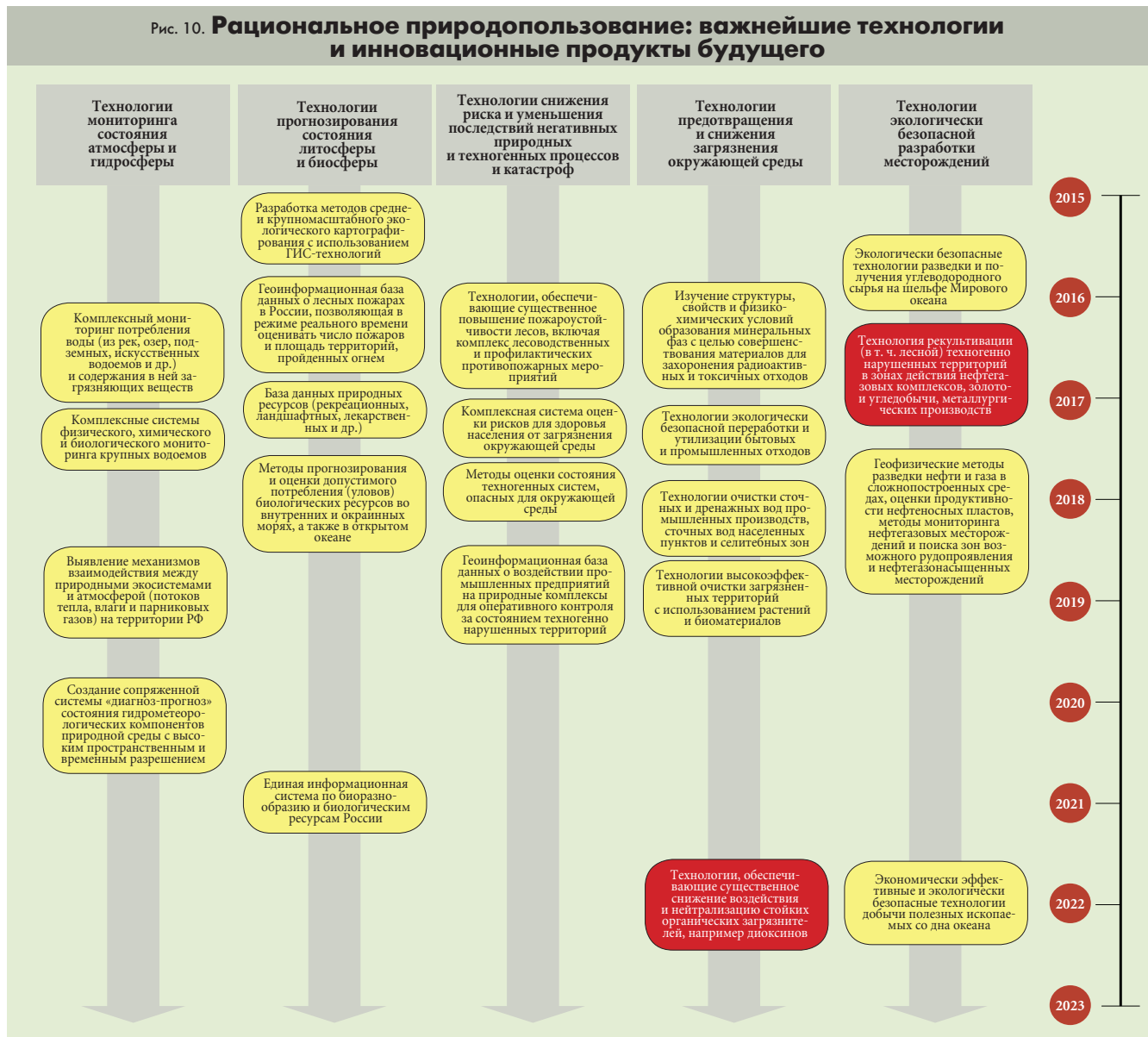
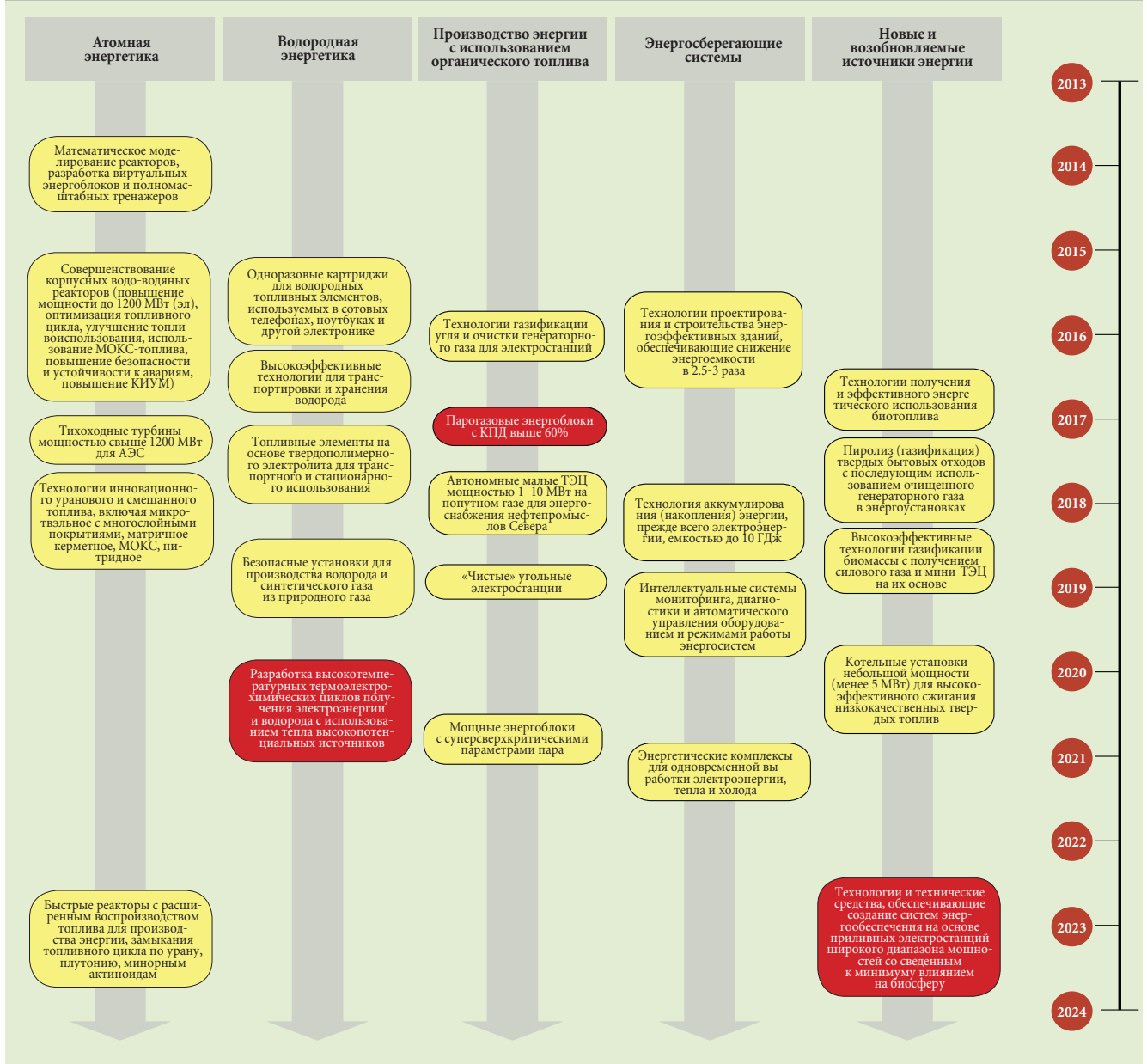


Рис. 11. Энергетика и энергосбережение: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего



«чистых» угольных электростанций, отвечающих современным экологическим требованиям, эксплуатации парогазовых энергоблоков с КПД выше 60%, применения эффективных технологий получения углеводородов из угля. Будут востребованы малые ТЭЦ (с электрической мощностью 1–10 МВт), газотурбинные мини-ТЭЦ на различных видах топлива мощностью порядка 10 МВт(э) и 20 МВт(т), в том числе с регенеративным циклом, и мощные газотурбинные установки с начальной температурой газа 1350–1700°C.

В соответствии с программами развития атомной энергетики ее доля в производстве энергии в России должна существенно вырасти в ближайшие 10–15 лет. Наряду с совершенствованием традиционных корпусных водо-водяных реакторов перспективы атомной энергетики будут базироваться на создании реакторов на быстрых нейтронах, технологиях уранового и смешанного топлива. Экспертами отмечались технологии замыкания топливного цикла,

обогащения и разделения изотопов; строительство плавучих атомных энергоблоков для энергоснабжения, теплофикации и обеспечения пресной водой отдаленных районов.

Водородная энергетика будет базироваться на высокоэффективных технологиях транспортировки и хранения водорода; высокочастотных, компактных и легких наноструктурных материалах для аккумулялирования водорода и природных газов; топливных элементах на основе твердополимерного электролита для транспортного и стационарного применения; безопасных установках для производства водорода и синтетического газа из природного газа.

С точки зрения новых и возобновляемых источников энергии для России наиболее перспективными являются: газификация твердых бытовых отходов с утилизацией полученного газа в энергоустановках; технологии газификации биомассы с возведением мини-ТЭЦ; технологии получения и энергетического использования биотоплива.

В целом Россия отстает от мировых лидеров в области энергетических технологий. Это отставание менее заметно в атомной энергетике и энергосберегающих системах. В сфере водородной энергетики и производства энергии с использованием органического топлива позиции нашей страны существенно ниже мировых.

### Авиационно-космические и транспортные системы

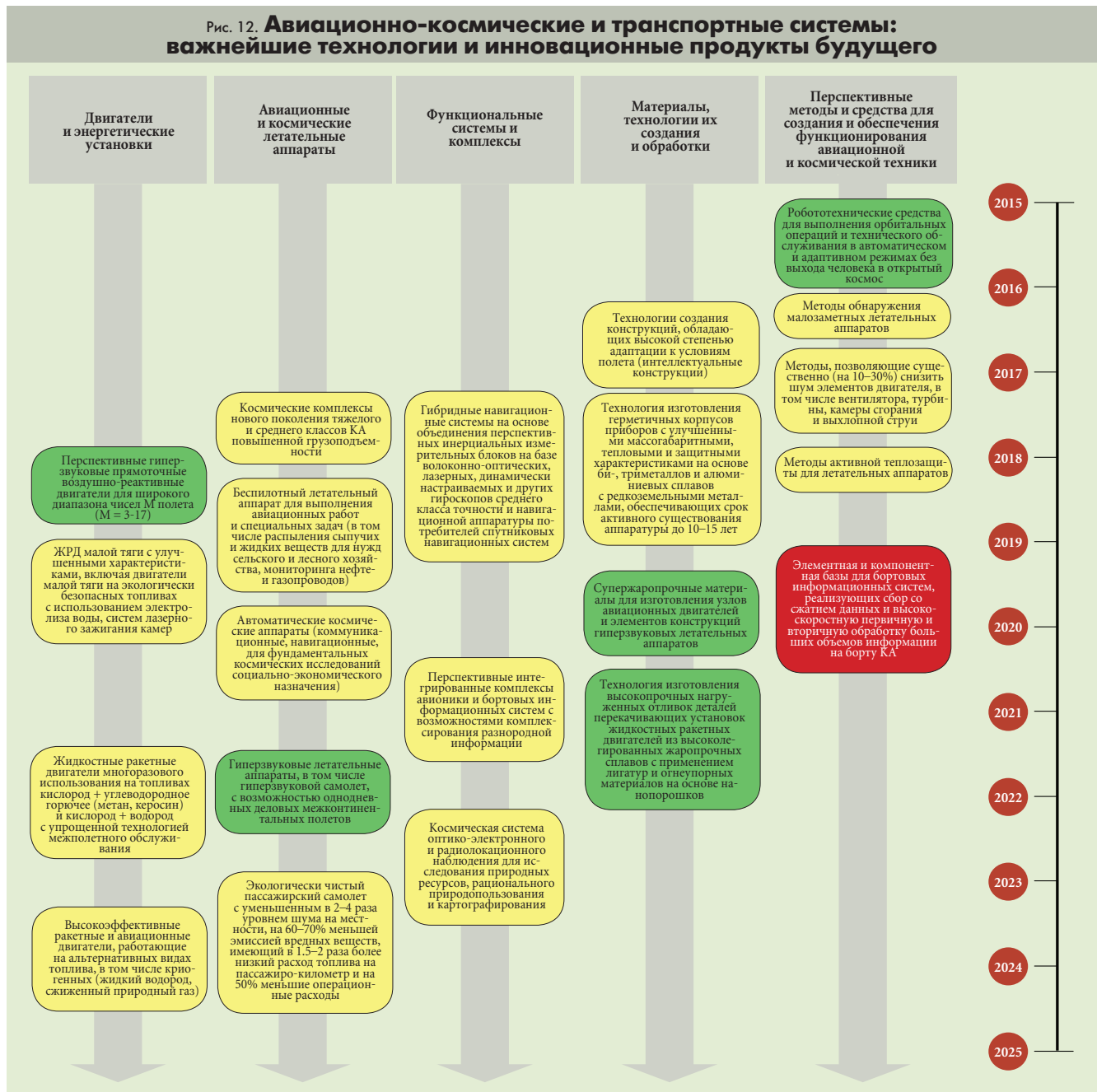
Будущее авиации и космоса в значительной степени зависит от прогресса в сфере материаловедения, разработки более эффективных двигателей и энергетических установок, авионики (рис. 12).

Среди технологий создания и обработки материалов для авиационной и космической техники эксперты выделяют изготовление герметичных корпусов приборов с улучшенными массогабаритными, тепло-

выми и защитными характеристиками на базе би- и триметаллов и алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами; внедрение интеллектуальных конструкций с высокой степенью адаптации к условиям полета; производство высокопрочных нагруженных отливок деталей перекачивающих установок жидкостных ракетных двигателей из высоколегированных жаропрочных сплавов с применением лигатур и огнеупорных материалов на основе нанопорошков; получение неразъемных соединений методами сварки плавлением и высокотемпературной пайки конструкций из сталей и сплавов; производство супержаропрочных материалов для изготовления узлов авиационных двигателей и элементов конструкций гиперзвуковых летательных аппаратов.

Усовершенствование двигателей и энергетических установок тесно связано с применением альтернативных видов топлива, в том числе криогенных (жидкий водород, сжиженный природный газ),

Рис. 12. Авиационно-космические и транспортные системы: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего





созданием жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) многоразового использования на топливах кислород + углеводородное горючее (метан, керосин) и кислород + водород, ЖРД малой тяги с улучшенными характеристиками, включая двигатели на экологически безопасных топливах с использованием электролиза воды, а также космических ядерных энергетических установок.

Функционирование авиационной и космической техники обусловлено развитием методов снижения шума элементов двигателя, активной теплозащиты для летательных аппаратов; робототехнических средств для выполнения орбитальных операций и технического обслуживания в автоматическом и адаптивном режимах без выхода человека в открытый космос; средств защиты орбитальных станций и космических аппаратов от воздействия частиц космического мусора, метеоритов и факторов космического пространства.

Применение передовых технологий позволит сконструировать летательные аппараты с существенно улучшенными характеристиками. В качестве примеров можно назвать экологически чистый пассажирский самолет с уменьшенным в 2–4 раза уровнем шума на местности и на 60–70% — эмиссией вредных веществ, имеющий расход топлива на пассажиро-километр в 1.5–2 раза ниже обычного и сокращенные вдвое операционные расходы; беспилотный летательный аппарат для выполнения авиационных работ и специальных задач (распыления сыпучих и жидких веществ для нужд сельского и лесного хозяйства, мониторинга нефте- и газопроводов и др.); автоматические космические аппараты (коммуникационные, навигационные, для фундаментальных космических исследований и т. п.); космические комплексы нового поколения тяжелого и среднего классов космических аппаратов повышенной грузоподъемности; космический комплекс системы подвижной спутниковой связи и многофункциональной системы ретрансляции.

На базе новых технологий будут создаваться гибридные навигационные системы; системы навигационного обеспечения управления космическими аппаратами на основе ГЛОНАСС; космические системы оптико-электронного и радиолокационного наблюдения для исследования природных ресурсов, рационального природопользования и картографирования и др.

В данной сфере по сравнению с другими направлениями технологического развития Россия занимает довольно благоприятные позиции на фоне мировых лидеров, однако в целом уступает им в уровне разработок, в первую очередь в части создания функциональных систем, комплексов, методов, средств обеспечения работы авиационной и космической техники.

### **Производственные системы и промышленная инфраструктура**

Для того чтобы успешно применять на практике современные научно-технические достижения

и в широких масштабах выпускать конкурентоспособную продукцию, необходимо располагать самыми совершенными производственными технологиями. Промышленное оборудование все более насыщается электроникой, средствами гибкой автоматизации и контрольно-диагностическими системами, а доля ручного труда непрерывно снижается.

Подъем отечественного машиностроения в первую очередь может быть основан на введении современных производственных систем и промышленной инфраструктуры, в основе которой, по мнению экспертов, лежит использование новых материалов, средств их обработки и диагностики (рис. 13).

Так, металлические нанокристаллические и наноструктурированные материалы послужат повышению износостойкости узлов трения машин и механизмов. Выявление закономерностей в изменении структуры материалов при одновременном воздействии температуры и нагрузок, особенно при их резкой смене, приведет к рационализации процессов получения наноструктурных защитных и упрочняющих покрытий. Новые материалы будут, в частности, задействованы при строительстве газонефтепроводов, эксплуатируемых в особо сложных условиях.

Новые методы и средства формообразования обусловлены появлением новых технологий высококачественного проката и стального литья; прецизионными технологиями формообразования (вплоть до достижения нанометровой точности); сверхвысокими скоростями обработки материалов.

Соединение материалов и покрытия названо экспертами в качестве одного из приоритетных направлений развития производственных систем. Здесь в качестве перспективных отмечаются: технологии создания на деталях из тугоплавких металлов и углеродных материалов защитных покрытий, позволяющих работать в окислительной среде при температуре до 2000°C; сварочные технологии, с помощью которых удастся сохранить исходные свойства соединяемых материалов — их износостойкость, твердость и прочность, а также методы прогнозирования, диагностики, контроля и управления свойствами соединений материалов, гарантирующие надежность ответственных объектов в ключевых областях промышленности (атомно-энергетической, нефтегазовой, ракетно-космической, оборонной и др.). Разработка промышленных установок для нанесения наноструктурных защитных и упрочняющих покрытий, а также наноламинантных покрытий без применения цинка и алюминия представляется не менее важным фактором. Технологии лазерной сварки конструкционных материалов и электронно-лучевые технологии с программным управлением обеспечат повышенную точность обработки, безотходное объемное формообразование деталей без механической обработки.

Более совершенные методы диагностики и прогнозирования позволят оценивать надежность особо ответственных объектов и осуществлять мониторинг состояния материалов и конструкций с использованием диагностических приборов — высоко-

информативных магнитных и электромагнитных дефектоскопов-томографов, ультразвуковых томографических дефектоскопов с трехмерным изображением и т. п.

Эволюция теории мехатронных устройств как сложных инженерных комплексов, реализующих интеграцию элементов механики, электротехники и электроники, послужит толчком к изобретению сложных роботов и унифицированных мехатронных модулей. В результате станет возможным конструирование принципиально новых металлообрабатывающих станков, которые в комплексе с наноматериалами нового поколения и композиционными материалами на их основе радикально повысят эффективность и гибкость машиностроительных производств.

Сегодня в области производственных систем Россия отстает от мировых лидеров практически по всем направлениям, за исключением отдельных лазерных технологий, ряда технологий производства металлических материалов, устойчивых к углеродной коррозии, и информационных средств диагностики материалов.

### Безопасность на производстве, транспорте и в повседневной жизни

Вопросы безопасности, в том числе технологической, выходят на первый план в связи с постоянным усложнением производственной и социальной инфраструк-

туры, быстрым развитием информационных технологий, необходимостью безотлагательной и адекватной реакции на возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (рис. 14).

Наиболее актуальная тематика, относящаяся к данной сфере, связана с обеспечением пожарной безопасности и безопасности на транспорте и в общественных местах.

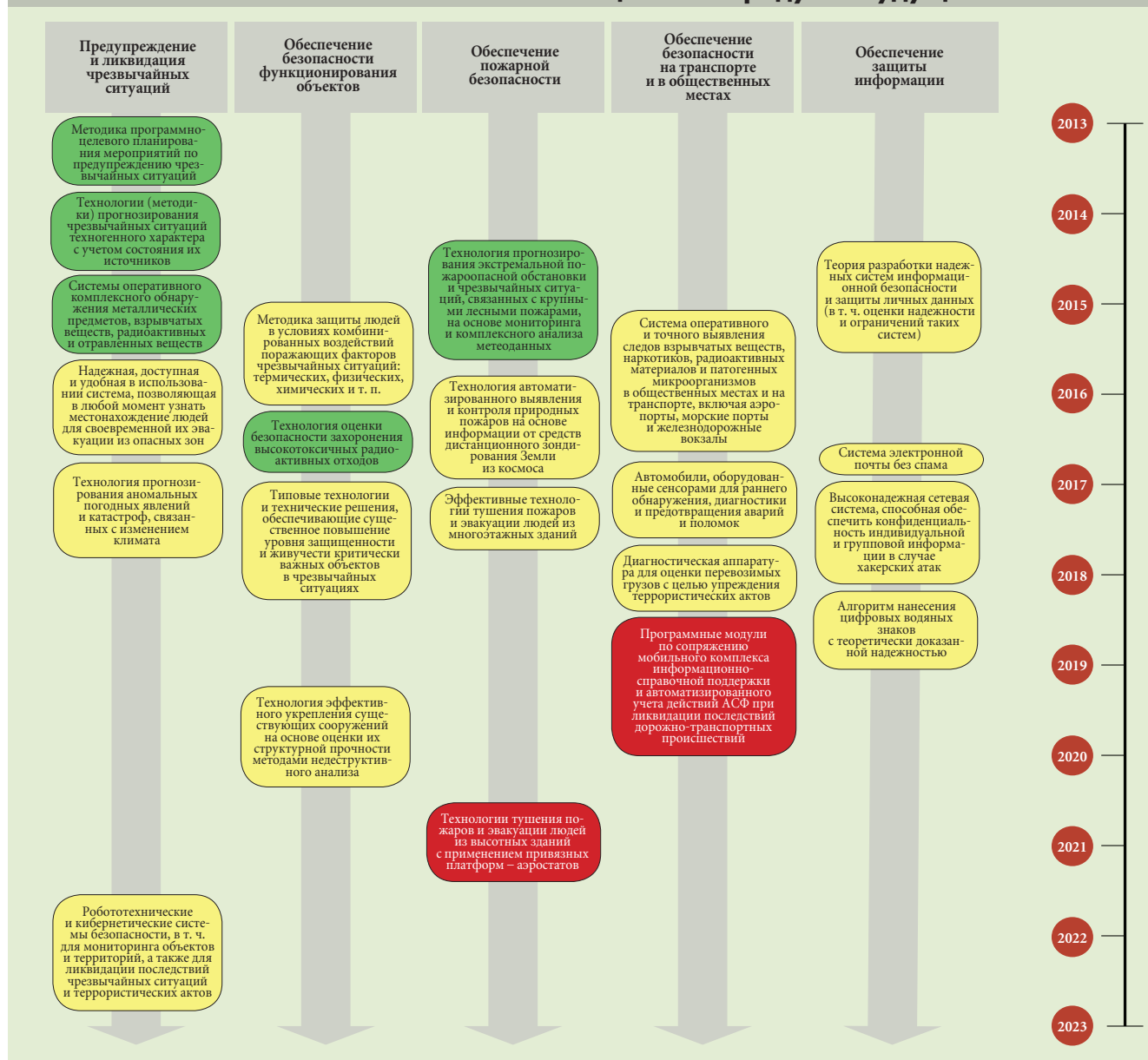
В разделе «Обеспечение пожарной безопасности» в качестве самых перспективных назовем технологии прогнозирования экстремальной пожароопасной обстановки и чрезвычайных ситуаций, связанных с крупными лесными пожарами, посредством мониторинга и комплексного анализа метеоданных; автоматизированного выявления и контроля природных пожаров на основе информации от средств дистанционного зондирования Земли из космоса; раннего обнаружения крупных лесных пожаров с использованием спутников; тушения пожаров и эвакуации людей из многоэтажных зданий.

В отношении обеспечения безопасности на транспорте и в общественных местах востребованными будут технологии оперативного и точного выявления следов взрывчатых веществ, наркотиков, радиоактивных материалов и патогенных микроорганизмов, в том числе в аэропортах, морских портах и на железнодорожных вокзалах. Следует упомянуть и разработку диагностической аппаратуры для оценки перевозимых грузов с целью упреждения террористических актов.

Рис. 13. Производственные системы и промышленная инфраструктура: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего



Рис. 14. **Безопасность на производстве, транспорте и в повседневной жизни: важнейшие технологии и инновационные продукты будущего**



Для защиты информации потребуются надежные системы информационной безопасности и обеспечения конфиденциальности личных данных (оценки надежности и ограничений таких систем и т. п.), электронная почта без спама, высоконадежные сетевые системы обеспечения конфиденциальности индивидуальной и групповой информации в случае хакерских атак; технологии определения источника подозрительных пакетов информации для выявления несанкционированного доступа.

Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций предполагают внедрение комплексных методов программно-целевого планирования соответствующих мероприятий с одновременным развитием технологий прогнозирования аномальных погодных явлений и катастроф; прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера с учетом состояния их источников; формирование систем оперативного комплексного обнаружения металлических предметов, взрывчатых, радиоактивных и ядовитых веществ; создание робототехнических и кибернетических систем безопасности.

Безопасность функционирования объектов напрямую связана с совершенствованием методов защиты людей в условиях комбинированных (термических, физических, химических и т. п.) воздействий поражающих факторов, технологиями эффективного укрепления существующих сооружений на основе оценки их структурной прочности посредством неструктурного анализа и безопасности захоронения высокотоксичных радиоактивных отходов.

Российские разработки отвечают мировым стандартам по ряду направлений, связанных с предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций, защитой информации и пожарной безопасностью. Отставание отмечается в сфере обеспечения безопасности на транспорте и в общественных местах.

## Заключение

Итоги проведенного Форсайт-исследования создают основу для системного анализа перспектив развития науки и технологий, оценки эффектов, которые мо-

гут быть получены за счет применения их достижений в социально-экономической сфере.

Использование результатов прогноза может носить многоцелевой характер и охватывать, в частности, следующие направления:

1. Определение перспективной тематики научных исследований. По итогам прогноза могут быть выделены технологические кластеры, развитие которых обеспечит конкурентоспособность тех или иных секторов экономики. Для указанных кластеров, в свою очередь, могут быть разработаны технологические дорожные карты, в рамках которых идентифицируются вероятные траектории достижения поставленных целей (выхода на рынки в рамках отдельных продуктовых групп, решения социальных задач и др.) и соответствующие им области проведения научных исследований и технологических разработок, необходимых для решения поставленных задач. В качестве перспективных научно-технологических направлений при этом выбираются те, которые обеспечивают формирование инновационных цепочек и служат созданию ключевых технологий и компонентов продукции.

2. Подготовка предложений по корректировке состава приоритетных направлений научно-технологического развития и критических технологий. Перечни инновационных продуктов и услуг, отличающихся наибольшим вкладом в решение экономических и социальных проблем, которые будут созданы в средне- и долгосрочной перспективе, могут быть использованы далее для разработки предложений по уточнению набора критических технологий. Это позволит учесть возникающие межотраслевые (междисциплинарные) технологические решения, создающие предпосылки для дальнейшего развития

тематических направлений, и более точно идентифицировать важнейшие из них.

3. Обоснование научно-технической политики на федеральном, отраслевом и региональном уровнях. Результаты прогноза обеспечивают значительное расширение информационной базы для формирования политики за счет интеграции мнения ведущих экспертов о ключевых факторах развития науки и технологий в России. В частности, прогноз продемонстрировал существенное отставание России от стран – лидеров в ряде областей науки и технологий, что в условиях резкого ограничения доступных ресурсов приводит к необходимости поиска более эффективных инструментов научно-технической и инновационной политики, дальнейшей концентрации усилий на направлениях, способных обеспечить максимальный эффект.

4. Информационная поддержка стратегий компаний реального сектора. Как показали результаты опросов, крайне малая доля российских предприятий пытается выстраивать стратегии своего развития хотя бы на 5–7 лет вперед. Обращение к результатам прогноза поможет бизнесменам, руководителям компаний увидеть как новые возможности, так и подводные камни, связанные с возникновением новых технологий.

5. Проведение комплексных межстрановых сопоставлений с привлечением результатов Форсайт-исследований, статистической, библиометрической, патентной и т. п. информации, анализа широкого круга информационных источников. В рамках таких исследований можно четче определить возможные направления международной научно-технической кооперации и перспективные ниши, в которых Россия может расширять свое присутствие. ■

Денисов Ю.Д. В Японии смотрят сквозь Дельфи // Форсайт, 2007, № 1. С. 62–67.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.

Кукушкина С.Н. Метод Дельфи // Форсайт, 2007, № 1. С. 68–72.

Соколов А.В. Форсайт: взгляд в будущее // Форсайт, 2007, № 1. С. 8–14.

Соколов А.В., Карасев О.И., Шашнов С.А., Рудь В.А. Долгосрочный прогноз развития российской наноиндустрии с использованием метода Дельфи // Российские нанотехнологии, 2009, т. 4, № 5–6. С. 33–40.

Aligica P.D., Herritt R. Epistemology, Social Technology and Expert Judgment: Olaf Helmer's contribution to futures research // Futures, 2009, vol. 41. P. 253–258.

BMBF. Delphi '98 Umfrage. Zukunft Nachgefracht. Studie zur Globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. 1998.

Cuhls K., Kuwahara T. Outlook for Japanese and German Future Technology. Comparing Technology Forecast Surveys. Physica-Verlag, 1994.

Georgiou L. et al. (eds). The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice. Edward Elgar Publishing, 2008.

Gordon T., Helmer O. Report on a Long-Range Forecasting Study. The RAND Corporation, P–2982, 1964.

Joergensen M.S., Jorgensen U., Clausen C. The Social Shaping Approach to Technology Foresight // Futures, 2009, vol. 41. P. 80–86.

Lempert R.J., Popper S.W., Bankers S.C. Shaping the Next One Hundred Years. New Methods for Quantitative Long-Term Policy Analysis. RAND, 2003.

Loveridge D., Georgiou L., Nedeva M. United Kingdom Foresight Programme. PREST. University of Manchester, 1995.

National Academy of Sciences. Rising Above the Gathering Storm. Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future. Washington D.C., 2005.

National Intelligence Council. Mapping the Global Future. Washington D.C., 2004.

National Intelligence Council. Global Trends 2025: A Transformed World. Washington D.C., 2008.

NISTEP. The 8-th Science and Technology Foresight Survey: Delphi Analysis. Report № 97. Tokyo, 2005a.

NISTEP. Comprehensive Analysis of Science and Technology Benchmarking and Foresight. Report № 99. Tokyo, 2005b.

Park B., Seok-ho S. Korean Technology Foresight for Science and Technology Policy Making // Materials of Second International Seville Seminar on Future Oriented Technology Analysis. Seville, 28–29 September 2006.

Popper R. How are Foresight Methods Selected // Foresight, 2008, vol. 10, № 6. P. 62–89.

Tsujino T., Yokoo Y. Technology Foresight Surveys in China // Science and Technology Trends, Quarterly Review, № 20, July 2006.

UNIDO Technology Foresight Manual. Organization and Methods. Vol. 1, Vienna, 2005.

# ФОРСАЙТ КАК НАВИГАТОР

## ФОРТОВ Владимир Евгеньевич

Академик-секретарь Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН

Директор Института теплофизики экстремальных состояний Объединенного института высоких температур РАН



**Д**олгосрочный прогноз развития науки и технологий имеет для России особую актуальность. Помимо традиционных потребителей — научных кругов и бизнес-сообщества — его результаты крайне необходимы руководству страны. Сегодняшние лидеры России — люди с гуманитарным образованием. Им нужны понятные ориентиры в бескрайнем море сложной научно-технической информации, и Форсайт — один из важнейших инструментов для такой ориентации.

В США только на обоснование и принятие решения о поддержке того или иного наукоемкого проекта тратится до 20% его стоимости. У нас этот процесс пока находится на начальной стадии развития. Форсайт можно назвать первым серьезным шагом в этом направлении. В целом результаты российского Форсайта я оцениваю как весьма интересные и полезные. Единственно, я бы хотел отметить, что относиться к «усредненным» оценкам исследователей нужно с осторожностью и дополнительно обсуждать полученные результаты в кругу известных экспертов — специалистов своего дела.

Поделюсь двумя соображениями о будущем энергетики. Первое — наука сегодня позволяет вполне определенно представить пути развития данной области, причем на период, выходящий далеко за рамки рассматриваемого прогноза, — вплоть до временного промежутка в 100 лет. Все разговоры о грядущем энергетическом кризисе несостоятельны, поскольку наука в состоянии предложить требуемые решения. Безусловно, будет реализован управляемый термоядерный синтез. Что из этого следует? Энергетика будущего не будет зависеть от наличия традиционных энергетических ресурсов, хотя станет более дорогой.

Второе. Следует обратить внимание на сегодняшнее состояние отечественной энергетики. Большинство российских регионов энергодефицитные, в то время как имеющиеся генерирующие мощности должны превосходить потребление по крайней мере на 10–15%.

Энергетическое оборудование морально и физически устарело; до 40% генерирующих мощностей и 60% линий электропередачи выработали свой ресурс. В связи с этим любая авария превращается в проблему даже в энергоизбыточных регионах (яркий пример — авария на Саяно-Шушенской ГЭС). Только для замены изношенного оборудования надо ежегодно вводить 5–8 ГВт генерирующих мощностей, а с учетом необходимости экономического роста — 10–11 ГВт, реальные же темпы ввода — лишь 1.5 ГВт.

Наука и здесь способна помочь. В настоящее время большая часть электроэнергии в России производится на базе морально устаревших паросиловых циклов с КПД порядка 30%. Между тем во многих странах мира активно используются парогазовые установки, предложенные в свое время академиком С.А. Христиановичем, с КПД в диапазоне 55–62%. Если к ним добавить каталитические топливные элементы, то КПД можно довести до 80%. Другая проблема — изношенность и низкая надежность электрических сетей. В СССР было создано 2.5 млн км сетей с централизованным управлением. Безусловно, это было огромным достижением. Но сегодня надо создавать так называемые сети smart-grid, обеспечивающие в режиме реального времени на базе автоматизированной обработки больших массивов информации резкое снижение потерь в сетях, подключение различных источников энергии, выбор оптимальных рыночных вариантов поставок энергии. В России на настоящий момент есть все возможности для совершенствования таких технологий.

Потенциал развития энергетики в России колоссальный, однако ситуация, сложившаяся в условиях кризиса, вызывает беспокойство. Именно тогда, когда особенно сложно найти деньги на дорогие, требующие создания сложного энергетического оборудования прикладные исследования, предвидится сокращение финансирования науки. Есть надежда, что к решению данной проблемы активно подключится Министерство энергетики РФ.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРСАЙТ



М. Кинэн

За последние 10 лет Форсайт превратился в широко используемый инструмент политики, стратегического планирования и менеджмента во всем мире. Данная методология применяется на национальном уровне в министерствах науки и финансирующих организациях для разработки долгосрочной стратегии, определения приоритетных направлений исследований, углубления взаимодействия участников научных и инновационных систем. Регионы все более активно пользуются Форсайтом для формирования научной и инновационной политики; с его помощью государственные и частные организации выявляют потенциальные угрозы и возможности для подготовки долгосрочных «предвосхищающих» стратегий.

## Представляем

**Анализ** технологических Форсайт-исследований национального уровня. К этому «жанру» относится недавно реализованная российская программа

**Ответ на вопрос** «В каком направлении движется Форсайт?»

\* При написании статьи активно использовался «Справочник технологического Форсайта» [Georghiou et al., 2008], где подробно проанализированы соответствующие программы, реализованные в различных странах мира. Дополнительную информацию см. на [http://www.e-elgar-business.com/bookentry\\_main.lasso?id=3977](http://www.e-elgar-business.com/bookentry_main.lasso?id=3977). В сентябре 2009 г. эта книга выходит в мягкой обложке.

## Распространение и «центры» технологического Форсайта

Анализ хронологии проведения технологического Форсайта в разных странах показывает, что на протяжении 1990-х гг. эта методология была крайне популярна среди правительств западноевропейских и восточноазиатских стран (табл. 1). Затем Форсайт получил распространение и в других государствах, главным образом (но не исключительно) ввиду их присоединения к Европейскому Союзу (ЕС). Отмечается также новый всплеск активности большинства первоначальных акторов, хотя уже в несколько ином формате. Форсайт-исследования выполнялись и в остальных регионах мира, например в Латинской Америке [Popper, Medina, 2008]. Существуют различные гипотезы для объяснения причин распространения этой методологии: от самых простых («эпидемическая» модель, или мода) до более сложных, учитывающих возникновение новых проблем и вызовов и необходимость более четко представлять роль науки и техники в сетевой (т. е. пронизанной сложными и глубокими связями) экономике. С точки зрения такой необходимости Форсайт представляется достаточно эффективным инструментом [Miles et al., 2008a].

Помимо международного распространения технологического Форсайта эта практика все шире применяется и внутри стран. Так, во многих западноевропейских государствах (в первую очередь во Франции, Германии, Великобритании, Скандинавских странах и Нидерландах) Форсайт-исследования выполняются на самых разных уровнях: национальном (в министерствах, научных советах и др.), региональном, наднациональном и в отдельных организациях (например, в государственных лабораториях, крупных компаниях и т. п.). На национальном уровне Форсайт в большинстве случаев вышел за традиционные рамки научно-технической сферы — сейчас такие исследования регулярно проводятся министерствами и ведомствами, отвечающими за различные сферы [Miles et al., 2008a].

Степень связи между Форсайт-исследованиями, реализуемыми на разных площадках и уровнях, минимальна. Как правило, ландшафт таких исследований носит фрагментарный характер, а проекты почти никак не связаны друг с другом. Это неудивительно, поскольку Форсайт остается в значительной степени дискретным процессом (в отличие от непрерывного) [Saritas, 2006]. В такой ситуации сотрудничество оказывается скорее исключительным и оппортунистическим; связи ограничиваются «повторной переработкой» Форсайт-продуктов и (в единичных случаях) обменом методологией. В случае, если бы такая деятельность стала непрерывной, появились бы условия и возможности для более углубленного сотрудничества.

Что касается вопроса о том, где именно в организации, инновационной системе либо на политической арене «базируется» Форсайт, т. е. откуда координируются и организуются такие исследования, то ответить на него однозначно невозможно. Нет никаких отчетливых тенденций и закономерностей — ни в страновом или региональном разрезе, ни по части целей Форсайт-

исследований. Существует много вариантов, когда они осуществляются организациями как собственными силами, так и с привлечением сторонних экспертов либо отдаются в субподряд внешним исполнителям. В каждой конкретной ситуации «за» и «против» в отношении перечисленных вариантов обусловлены определенным балансом между автономностью Форсайт-исследований и близостью к политической арене. Иначе говоря, Форсайт часто рассматривается как площадка для обсуждений, анализа и творческой фантазии, которым обычно нет места в ходе повседневной работы, даже при подготовке долгосрочных стратегических планов. Однако открытый и «раскованный» Форсайт нуждается в безопасном пространстве: эксперты должны иметь возможность открыто обсуждать «немыслимое», а дискуссии не должны сводиться исключительно к рассмотрению текущих проблем. Хотя это и порождает естественную необходимость в определенной мере дистанцироваться от сиюминутной политики и принятия повседневных решений, но главная проблема Форсайта всегда заключалась в том, как интегрировать его результаты в политический процесс. Часто это достигается путем вовлечения в процесс Форсайта ключевых игроков, что отражает набирающую популярность идею о влиянии Форсайта на политику, прежде всего, посредством формулирования повестки и мобилизации акторов, нежели за счет распространения неких новых кодифицированных фактов, способствующих прояснению ситуации [Miles et al., 2008b].

Еще один способ обеспечить связь Форсайт-исследований с политической ареной — интегрировать Форсайт в существующие стратегические процессы, теснее увязывая его с политикой и принятием решений и, может быть, постепенно отказываясь от рассмотрения его как изолированной деятельности. Некоторые могут возразить, что в подобном случае возрастает риск потери объективности и независимости. Возможно. Но, так или иначе, было бы нереалистично рассчитывать на соответствие всех Форсайт-исследований единой специфической организационной форме [ibid.].

Эксперименты, несомненно, будут продолжаться; скорее всего, сфера приложения Форсайта расширится и методология будет применяться в сочетании с другими инструментами политики и поддержки и поддержки принятия решений. Собственно говоря, в некоторых кругах, ответственных за научно-техническую и инновационную политику, Форсайт уже сейчас все в большей мере рассматривается как один из инструментов обширного набора стратегических методов обоснования политики наряду с оценением, технологическим аудитом и др. Формирование концептуальных подходов к комплексному использованию таких инструментов — чтобы политики могли в любой момент получать требуемую стратегическую информацию — финансировалось Европейской комиссией (в частности, имеются в виду сеть «Перспективно-го планирования научно-технической политики» (Advanced Science, Technology Policy Planning Network) (см. [Kuhlmann et al., 1999]) и недавний проект RegStrat (см. [Clar et al., 2008]). Эти работы показали, что в настоящее время эксплуатируются далеко не все возможности интеграции Форсайт-методологии в практику (например, для оценки эффективности); нет оснований пока еще го-

Табл. 1. **Хронология некоторых национальных Форсайт-исследований**

Год	Страна	Исследование/программа	Методика
Начиная с 1971	Япония	1–4-е обследования Агентства по науке и технологиям (STA)	Дельфи
1991	Япония	5-е обследование STA	Дельфи
	США	Критические технологии	Другие*
1992	Новая Зеландия	Научный фонд «Общественное благо»	Другие
	Германия	Министерство исследований и технологий (BMFT), T 21	Другие
1993	Южная Корея	Форсайт-исследование	Другие
	Германия	Дельфи '93	Дельфи
1994	Великобритания	1-я программа технологического Форсайта	Дельфи + другие
	Франция	Технологический Дельфи	Дельфи
1995	Франция	100 ключевых технологий	Другие
1996	Япония – Германия	Мини-Дельфи	Дельфи
	Австрия	Программа Delphi Austria	Дельфи
	Япония	6-е обследование STA	Дельфи
	Австралия	Адаптация науки и технологий к будущим потребностям	Дельфи
1997	Испания	Национальное агентство по оценке и Форсайту (ANEP)	Дельфи + другие
	Венгрия	Программа технологического Форсайта TER	Дельфи + другие
	Нидерланды	Технологический радар	Другие
	Финляндия	Форсайт SITRA	Другие
1998	Южная Африка	Форсайт-исследование	Дельфи + другие
	Германия	Дельфи '98	Дельфи
	Ирландия	Технологический Форсайт	Другие
	Новая Зеландия	Форсайт-исследование	Другие
1999	Великобритания	2-я Форсайт-программа	Другие
	Швеция	1-й Форсайт	Другие
	Испания	Программа технологического Форсайта OPTI	Дельфи
	Южная Корея	Технологический Дельфи	Дельфи
	Таиланд	Форсайт-исследование ИКТ	Дельфи + другие
2000	Китай	Технологический Форсайт приоритетных отраслей	Дельфи + другие
	Япония	7-е обследование STA	Дельфи
	Бразилия	Программа Prospectar	Дельфи
	Бразилия	Программа технологического Форсайта	Дельфи + другие
	Франция	2-я программа «100 ключевых технологий»	Другие
2001	Португалия	Программа ET2000	Другие
	Венесуэла	Программа технологического Форсайта (1-й цикл)	Дельфи + другие
	Чили	Программа технологического Форсайта	Дельфи
	Германия	Программа FUTUR	Другие
	Чехия	Программа технологического Форсайта	Другие
2002	Турция	Программа Vision 2023	Дельфи + другие
	Колумбия	Программа технологического Форсайта (1-й цикл)	Дельфи + другие
	Великобритания	3-я Форсайт-программа	Другие
	Кипр, Эстония, Мальта	Программа eForesee	Другие
	Дания	Национальная программа технологического Форсайта	Другие
2003	США	Дорожная карта Национального института здоровья США	Другие
	Китай	Программа технологического Форсайта «По направлению к 2020 г.»	Дельфи + другие
	Греция	Программа технологического Форсайта	Другие
	Норвегия	Исследование Научного совета 2020	Другие
	Швеция	2-я программа технологического Форсайта	Другие
2004	Япония	8-я Японская программа	Дельфи + другие
	Южная Корея	Корея 2030	Дельфи + другие
	Украина	Программа технологического Форсайта	Дельфи + другие
	Франция	Программа FuturRIS	Другие
	Франция	Программа AGORA	Другие
	Венесуэла	Программа технологического Форсайта (2-й цикл)	Другие
2005	Россия	Критические технологии	Другие
	Колумбия	Программа технологического Форсайта (2-й цикл)	Дельфи + другие
	Бразилия	Программа Brazil 3 Moments	Дельфи + другие
	Румыния	Программа научно-технологического Форсайта	Дельфи + другие
	Финляндия	ФинСайт	Другие
	Люксембург	Программа FNR-Форсайт	Другие
2006	США	Программа Счетной палаты США «Вызовы 21 века»	Другие
	Финляндия	Форсайт SITRA	Другие
	Польша	Программа технологического Форсайта «Польша 2020»	Дельфи + другие

\* Здесь и ниже: «другие» методики включают разработку сценариев, экспертные панели, дорожные карты, критические технологии и др.

Примечание: даты приведены в отношении реальных мероприятий, а не формальных сроков начала и окончания программ.

Источник: [Miles et al., 2008a].



ворить и о распространении мультиинструментального подхода к разработке политики [Miles et al., 2008b].

## Основания для Форсайт-исследований

Широкое внедрение Форсайт-методологии в практику в различных областях привело к более глубокому пониманию ее возможностей. Соответственно, и резоны, выдвигаемые органами для проведения Форсайт-исследований, являются гораздо более сложными, чем на ранних этапах, когда в большинстве случаев все сводилось к несколько упрощенным задачам установления приоритетов. Это было обусловлено финансовыми трудностями и необходимостью эффективно управлять постоянно растущим научным комплексом. Однако вскоре стало очевидно, что многие проблемы в области науки и технологий (особенно в Европе) связаны с дефицитом инноваций, и фирмам, желающим сохранить конкурентоспособность в долгосрочной перспективе, следует активизировать исследования и разработки или, по крайней мере, укрепить контакты с центрами производства научно-технических знаний. В итоге, особенно начиная с середины 1990-х гг., Форсайт способствовал формированию сетей и сообществ, причем в интересах самых разных участников инновационных систем, а не только государственных ведомств, финансирующих исследования и разработки.

К концу 1990-х гг. наметилась тенденция усиления внимания к взаимосвязям сферы науки и технологий с обществом в целом. Многие национальные правительства (и Европейская комиссия) целенаправленно занялись подготовкой и реализацией политики в данной области. И вновь технологический Форсайт адаптировался к таким новым целям, в том числе в Германии, Великобритании и Японии (в Скандинавских странах и Нидерландах устойчивые традиции в этой сфере существовали и ранее, и Форсайт там начали применять раньше). Табл. 2 иллюстрирует смещение акцентов британской национальной программы Форсайт-исследований в период начала ее реализации с 1993 г. по настоящее время.

Поскольку общественный диалог вряд ли заменит такую функцию Форсайта, как выявление приоритетов, сегодня перед национальными технологическими Форсайт-исследованиями стоит множество многослойных задач. Некоторые (наиболее типичные) из них приведены на рис. 1. Нельзя не упомянуть об опасности перегрузить исследования слишком большим числом подобных задач. Классические примеры таких ситуаций можно найти в Германии (см. [Cuhls, 2008]) и Великобритании (см. [Keenan, Miles, 2008]), где предшествующие раунды Форсайт-исследований оказались безрезультатными, рухнув под тяжестью необоснованно завышенных ожиданий.

Следует подчеркнуть, что представленная эволюция целей в основном имела место в странах, где Форсайт-исследования проводились достаточно долго, в первую очередь в Западной Европе и Японии. В других регионах мира — например, в развивающихся странах или государствах Централь-

ной и Восточной Европы (ЦВЕ) с переходной экономикой — ситуация несколько иная: в них Форсайт по-прежнему рассматривается (почти) исключительно как инструмент для выбора фаворитов в ходе установления научно-технических приоритетов. Организаторы Форсайт-исследований в некоторых случаях обращают внимание на потенциальную полезность самого процесса, однако разработчики научно-технической политики, которые обычно финансируют технологический Форсайт, редко (если вообще когда-либо) прислушиваются к ним. Они воспринимают Форсайт значительно уже, фокусируясь, в первую очередь, на его продуктах, т.е. как источник информации для поддержки квазирационального процесса принятия решений. Возможно, такой подход объясняется наследием централизованного планирования советской эпохи [Navas, Keenan, 2008].

Не исключено, что в данной области существует своего рода кривая обучения: сначала имитация, затем ассимиляция и, наконец, адаптивная инновация. В этом случае цели Форсайт-методологии в таких регионах, как ЦВЕ, будут эволюционировать и постепенно перейдут в более зрелую стадию [Johnston, Sripaipan, 2008]. При этом преждевременно полагать, что другие регионы мира непременно пойдут тем же путем, что и (Западная) Европа, особенно принимая во внимание иные политические и институциональные традиции.

## Методологические подходы

Выбор методов Форсайт-исследований обычно определяется рядом факторов: наличием ресурсов (в первую очередь времени и денег); требуемыми результатами; спонсорскими предпочтениями; природой рассматриваемых предметных областей (и существующими представлениями о будущих тенденциях и проблемах их развития и подходами к их пониманию); целевыми группами [Keenan, Miles, 2008; Popper, 2008]. С расширением круга целей Форсайт-исследований соответствующие проекты стали более комплексными по своему охвату и дизайну. Недавнее картирование 2 тыс. Форсайт-исследований, выполненное финансируемой Еврокомиссией Европейской сетью Форсайт-мониторинга (European Foresight Monitoring Network — EFMN) свидетельствует, что в среднем в ходе одного исследования используется 5–6 различных методов (рис. 2).

Что касается предпочтений по части методов, табл. 1 показывает наличие очевидного «генеалогического дерева» масштабных опросов по методу Дельфи, включая гибридные методики (сочетание дельфийского и иных методов). Еще одно четко вырисовывающееся «генеалогическое дерево» — мероприятия по выявлению критических технологий. Взаимосвязи между исследованиями, которые используют иные методы (разработка сценариев, экспертные панели, дорожные карты), гораздо сложнее.

В целом можно сказать, что максимальный эффект имели первые Форсайт-исследования — отчасти благодаря своей новизне, отчасти потому, что некоторые их ключевые участники впоследствии сами стали специалистами в области трансфера политики [Miles et al., 2008a].

Рис. 1. Основные цели и задачи национальных программ технологического Форсайта



Источник: [Miles et al., 2008a].

Анализ картирования Форсайт-исследований, выполненного EFMN, демонстрирует различные модели методологических предпочтений в разных регионах мира. На рис. 3 выделены по 10 (из 16) самых популярных Форсайт-методик, используемых в шести регионах мира. Некоторые из них применяются повсеместно, прежде всего экспертные панели, разработка сценариев, экстраполяция трендов и обзор литературы. Более интересны, по нашему мнению, те методы, которые дают представление о региональных различиях в «стиле» Форсайт-исследований. Первый из них — «фьючерсные» семинары, которые активно практикуются в Северо-Западной Европе и Северной Америке, но значительно реже — в ЦВЕ и Азии (в обоих регионах такой метод занимает лишь 10-е по популярности место). В Южной Европе и Южной Америке семинары вообще не входят в первую десятку. Второй представляющий для нас интерес метод — Дельфи. С точки зрения территориального распространения он является практически полной противоположностью «фьючерсным» семинарам. Дельфийский метод чаще всего используется в Южной Европе и Южной Америке, сразу за ними идут Восточная Европа и Азия;

в Северо-Западной Европе и Северной Америке он не входит в десятку.

В какой степени эти очевидные закономерности в предпочтениях можно объяснить политическими и социокультурными факторами, характерными для разных регионов мира? В работе [Keenan, Popper, 2008] высказывается гипотеза, для подтверждения либо опровержения которой необходимы дальнейшие исследования. В более развитых демократиях Северо-Западной Европы и Северной Америки эксперты, привыкшие открыто обсуждать разные, в том числе спорные, варианты будущего развития, предпочитают встречаться лицом к лицу на рабочих семинарах. Напротив, в новых демократиях или в Японии, где традиция открытых дебатов развита в меньшей степени, чаще обращаются к более анонимному дельфийскому методу. Кроме того, Дельфи позволяет получить большее количество кодифицированных результатов, которые легче анализировать и оценивать, чем «болтовню» на семинарах; поэтому в государствах с сильными традициями централизованного управления социально-экономической деятельностью такой подход получил предпочтение<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Разумеется, есть и другие возможные объяснения этих феноменов: в частности, в странах, где Форсайт начали применять раньше, т. е. в Северо-Западной Европе и Северной Америке, такие методики, как Дельфи, активно использовались на первых этапах, после чего стали опробоваться новые подходы. Таким образом, приведенные региональные особенности могут, по крайней мере частично, объясняться разным положением регионов на адаптационной кривой. Еще одно объяснение связано с погрешностью измерения базы данных EFMN: многие Форсайт-исследования, проведенные в Северо-Западной Европе, были сравнительно мелкомасштабными, для них в большей степени характерны облегченные (семинары), чем тяжеловесные методы (например, Дельфи).

Табл. 2. **Схема эволюции Форсайт-исследований в Великобритании**

Параметр	Стилизированные характеристики каждого цикла		
	Цикл 1 (1993–1998)	Цикл 2 (1999–2001)	Цикл 3 (2002–по наст. вр.)
Основания	Научно-технические приоритеты	Диалог бизнеса и общества	Выявление возможных перемен и рисков, которые необходимо учитывать при разработке политики
Основные целевые группы	Первоначально ученые и финансирующие науку организации; затем также бизнес-сообщество	Широкий круг заинтересованных сторон в правительстве, бизнесе (включая малый и средний бизнес), науке и обществе	Главным образом министерства
Охват	Разные сектора и технологические области, преимущественно в частном и частично в государственном секторе	Разные сектора и предметные области; еще более широкий охват, чем в первом цикле	Главным образом небольшое количество узких предметных областей, представляющих особый интерес для государственных ведомств
Структура	Постоянные секторальные панели	Постоянные секторальные и тематические панели, целевые рабочие группы	Непрерывные проекты
Участники	Практически неизменный круг участников на протяжении всех трех циклов; хотя в третьем цикле участвовало меньше представителей промышленности		
Методы	Дельфи и семинары; применение специальных методик в рамках отдельных панелей	Главным образом сценарии и консультации; распространение информации и взаимодействие через веб-сайты	Широкий спектр методов, включая сценарии, семинары, имитационное моделирование, игры, Дельфи и пр. (в зависимости от конкретного проекта)
Продукты	Доклады экспертных панелей, приоритеты, рекомендации, результаты опросов Дельфи, различные промежуточные доклады	Доклады экспертных панелей и рабочих групп, многочисленные интернет-публикации (включая сценарии и даже видеофильмы)	Обзоры состояния науки, сценарии, доклады о реализации проектов, планы действий, научные труды и пр.
Реакция	В целом позитивная, хотя многие считали, что потенциал программы не удалось реализовать полностью, особенно в части налаживания контактов с бизнес-сообществом	В целом негативная, некоторые доклады экспертных панелей были признаны скучными и неинтересными. Программу оценили как расплывчатую	Очень позитивная, продукты получили самую высокую оценку и были учтены при разработке и адаптации политики

Источник: [Georghiou et al., 2009].

Заметные различия наблюдаются также в отношении временных горизонтов Форсайт-исследований. Обычно они напрямую зависят от предметной области и информационных потребностей целевых групп. Например, Форсайт-исследование, посвященное перспективам энергетического сектора, может иметь горизонт в 50 лет, тогда как исследование в области информационных технологий, возможно, ограничится десятилетними рамками. Как показано на рис. 4, наиболее распространенным горизонтом исследований, охваченных EFMN, является период с 2010 по 2020 г. Поскольку практически все Форсайт-исследования, включенные в обзор EFMN, были выполнены в 2001–2006 гг., вероятен вывод, что в большинстве случаев делается попытка заглянуть вперед на 10–20 лет. Единственное исключение составляют исследования в странах ЦВЕ, часто ориентированные на 5–10 лет. Примерно в трети исследований, проведенных в Северо-Западной Европе, Азии и Северной Америке, горизонт превышал 15 лет; в странах Южной Европы и Южной Америки в эту категорию попадает менее 10% исследований. Центральная и Восточная Европа находятся посередине. Как объяснить подобные региональные различия? Видимо, временные горизонты исследований

короче в быстро меняющихся обществах, переживающих период интенсивных социально-экономических трансформаций, чем в более стабильных странах, где выше уверенность в краткосрочных перспективах [Keenan, Popper, 2008]<sup>2</sup>.

## Оценка преимуществ Форсайта

Ожидания от технологического Форсайта росли быстрее, чем понимание динамики развития этой методологии. Чтобы получить возможность собирать систематизированную информацию о результатах Форсайт-исследований, следует преодолеть этот концептуальный разрыв, иначе Форсайт можно легко сбросить со счетов как напрасную трату времени и сил. Однако есть еще ряд проблем, осложняющих оценку результатов [Barré, Keenan, 2008]:

- Перед Форсайт-исследованиями часто ставятся слишком широкомасштабные и расплывчатые задачи, что делает проблематичным их учет при оценке результатов.

- Нематериальные результаты, которые приносят Форсайт-исследования, сами по себе слабо поддаются оценке.

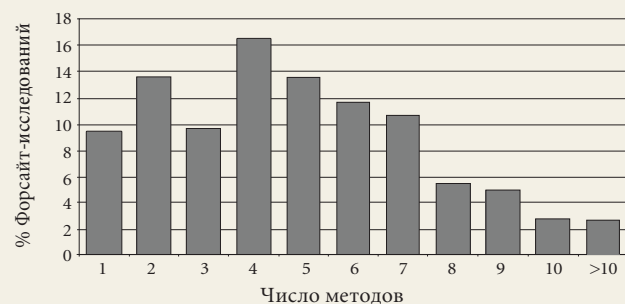
<sup>2</sup> Азия, очевидно, переживает сейчас наиболее значительный и быстрый переход, чем все прочие регионы мира. Но поскольку в азиатской выборке EFMN доминируют японские Форсайт-исследования, перемены, происходящие в других странах региона, не нашли отражения в данных о горизонтах прогнозов.

• Сложность причинно-следственных связей, которые не укладываются в чрезмерно упрощенные модели, часто используемые для осмысления Форсайт-проектов и их эффектов, затрудняет оценку результатов таких исследований.

• Системная и распределенная природа Форсайт-исследований означает, что их результатами пользуются самые разные акторы и системы; вследствие этого попытки учесть полученные выводы в полном объеме в лучшем случае оказываются успешными лишь частично.

• Во многих случаях эффекты Форсайт-исследований проявляются в полной мере только через несколько лет и при этом нередко зависят от других факторов, что порождает проблемы с установлением первоисточника.

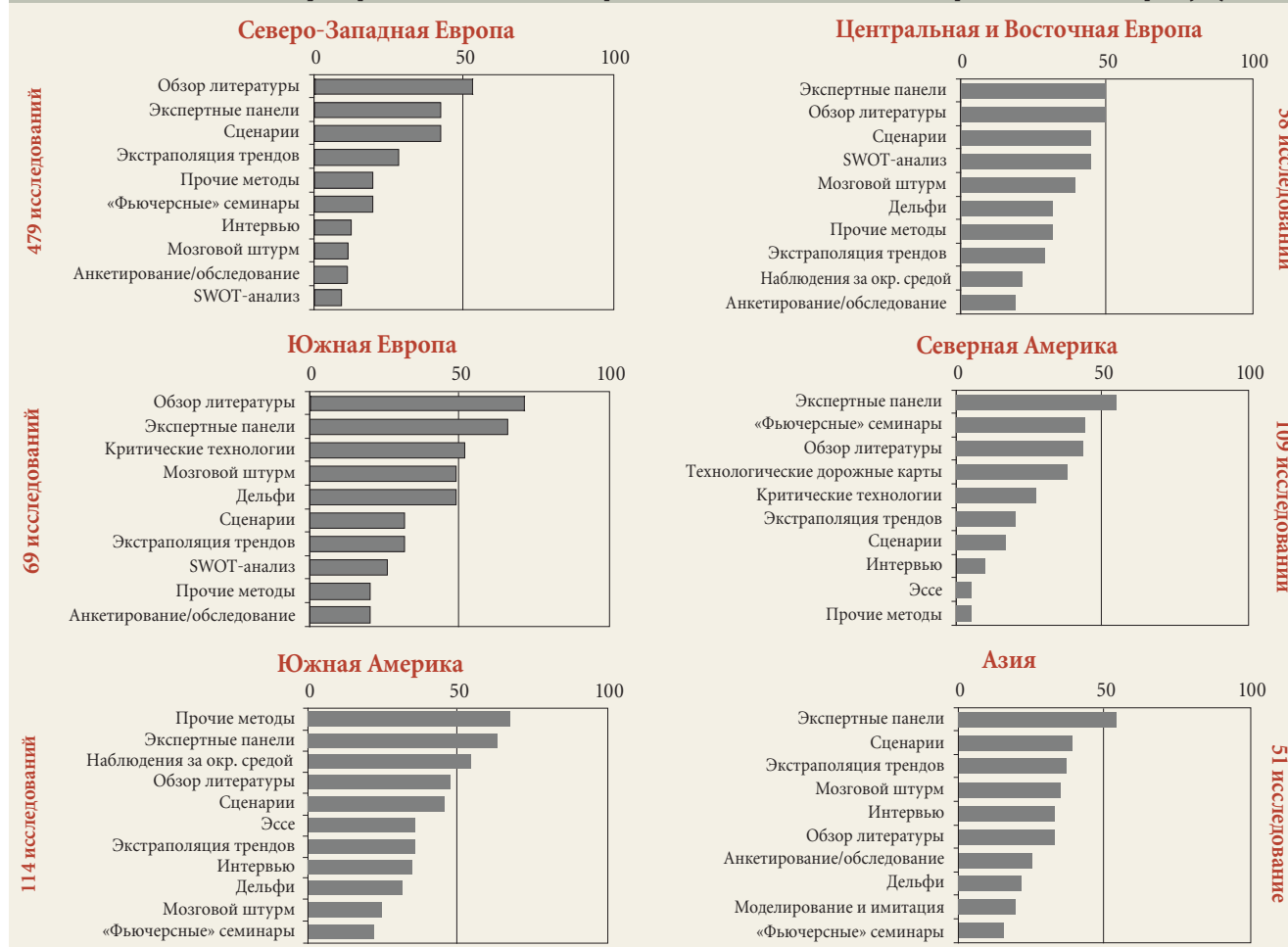
Рис. 2. Число методов, использованных в Форсайт-исследованиях, охваченных EFMN (%)\*



\* Общее число проанализированных исследований — 886

Источник: EFMN database.

Рис. 3. Самые популярные методы Форсайт-исследований по регионам мира (%)



Источник: [Keenan, Popper, 2008].

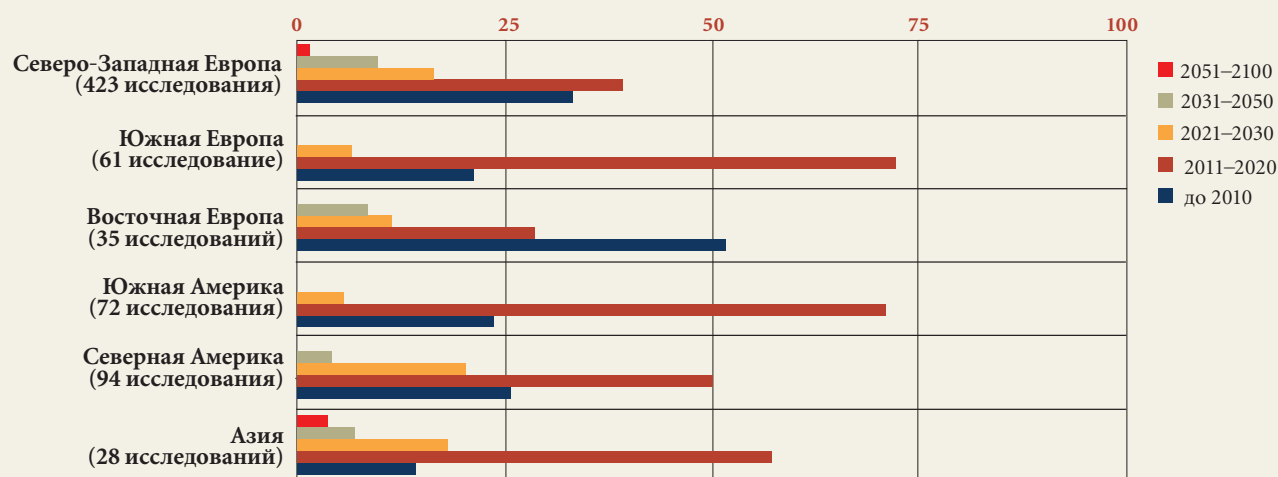
• Форсайт предусматривает такое множество различных методов и форм, что разработать стандартизованные процедуры оценки сложно.

• Стоимость оценки Форсайт-мероприятий обычно оказывается значительно выше рекомендуемого потолка в 2–5% совокупного бюджета на исследование.

Никаких формальных оценок национальных программ Форсайт-исследований в странах ЦВЕ не проводилось (за исключением анализа венгерской программы, выполненного международной экспертной панелью). В связи с этим трудно сказать, оправдал ли Форсайт возлагавшиеся на него ожидания. Тем не менее в ходе нескольких национальных Форсайт-программ, реализованных в странах ЦВЕ, были предприняты, с большим

или меньшим успехом, попытки преодолеть недостатки научно-исследовательских и инновационных систем этих государств. Например, ставились задачи сфокусировать научные исследования на определенных приоритетных направлениях для выделения финансирования; наладить диалог между представителями промышленности, политиками и учеными; обосновать значимость инновационной деятельности и укрепить связь между научно-техническим и социально-экономическим развитием. Тем не менее во многих — если не во всех — странах ЦВЕ пока нет оснований говорить, что важность инновационной деятельности для социально-экономического развития стала общепризнанной. Научно-техническая и инновационная политика по-

Рис. 4. Хронологические горизонты Форсайт-исследований, по регионам мира (%)



Источник: [Keenan, Popper, 2008].

прежнему остается изолированной (часто инновационной политики в точном смысле этого термина вообще не существует), а основные направления социально-экономической политики никак не согласуются с научно-техническими и инновационными политическими инициативами [Navas, Keenan, 2008].

Поскольку многие Форсайт-исследования были завершены лишь недавно, пока, вероятно, рано оценивать их вклад в рассмотрение фундаментальных вызовов, с которыми сталкиваются страны ЦВЕ. Наиболее заметный эффект имеют Форсайт-исследования, нацеленные на предоставление информационной поддержки новым политическим инициативам или программам финансирования. В максимальной мере это проявилось в Чехии, Румынии и России (программа выявления критических технологий). В других случаях Форсайт-исследования также нередко приносили полезные результаты, включая организацию новых Форсайт-программ — региональных и отраслевых — которые становятся все более популярными в России, Украине и Польше. Более того, национальные программы технологического Форсайта в России,

Чехии, Украине и Польше были осуществлены повторно, что, возможно, свидетельствует об интеграции этого подхода в механизм разработки политики [ibid.].

### В каком направлении движется Форсайт?

Ожидается, что потребность в Форсайте будет расти, а сфера применения — расширяться. Только в области технических наук открывается множество новых тем исследований, которые требуют серьезного внимания для того, чтобы с их помощью можно было решать проблемы в будущем. В частности, речь идет об ухудшающемся состоянии окружающей среды, истощении природных ресурсов, различных аспектах модификации человеческого организма, конвергенции нанонауки, биотехнологии, информационной технологии и когнитивных наук. Каким образом Форсайт поможет ответить на эти и другие «великие вызовы», пока сказать трудно. Ясно одно — подобные вопросы так или иначе придется решать, и практикам Форсайта предстоит на них отвечать [Miles et al., 2008b].

Barré R., Keenan M. Revisiting the Rationales for Future-Oriented Technology Analysis / Cagnin C., Keenan M., Johnston R., Scapolo E., Barré R. (eds.) Future-Oriented Technology Analysis: Strategic Intelligence for an Innovative Economy. Heidelberg: Springer, 2008.

Clar G., Acheson H., Hafner-Zimmermann S., Sautter B., Buczek M., Allan J. Strategic Policy Intelligence Tools. Enabling Better RTDI Policy-Making in Europe's Regions. Stuttgart: Steinbeis-Edition, 2008.

Cuhls K. Foresight in Germany / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Georghiou L., Keenan M., Miles I. Assessing the Impact of the UK's Evolving National Foresight Programme // International Journal of Technology Management. 2009 (forthcoming).

Havas A., Keenan M. Foresight in the Countries of Central and Eastern Europe / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Johnston R., Sripaipan C. Foresight in Industrialising Asia / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Keenan M., Miles I. Foresight in the UK / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Keenan M., Miles I. Scoping and Planning Foresight / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Keenan M., Popper R. Comparing Foresight 'Style' in Six World Regions // Foresight, 2008, v. 10, № 6.

Kuhlmann S. et al. Distributed Intelligence in Complex Innovation Systems / Final report of the Advanced Science and Technology Policy Planning Network (ASTPP). Karlsruhe, 1999.

Miles I., Cassingena Harper J., Georghiou L., Keenan M., Popper R. The Many Faces of Foresight / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008a.

Miles I., Cassingena Harper J., Georghiou L., Keenan M., Popper R. New Frontiers: Emerging Foresight / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008b.

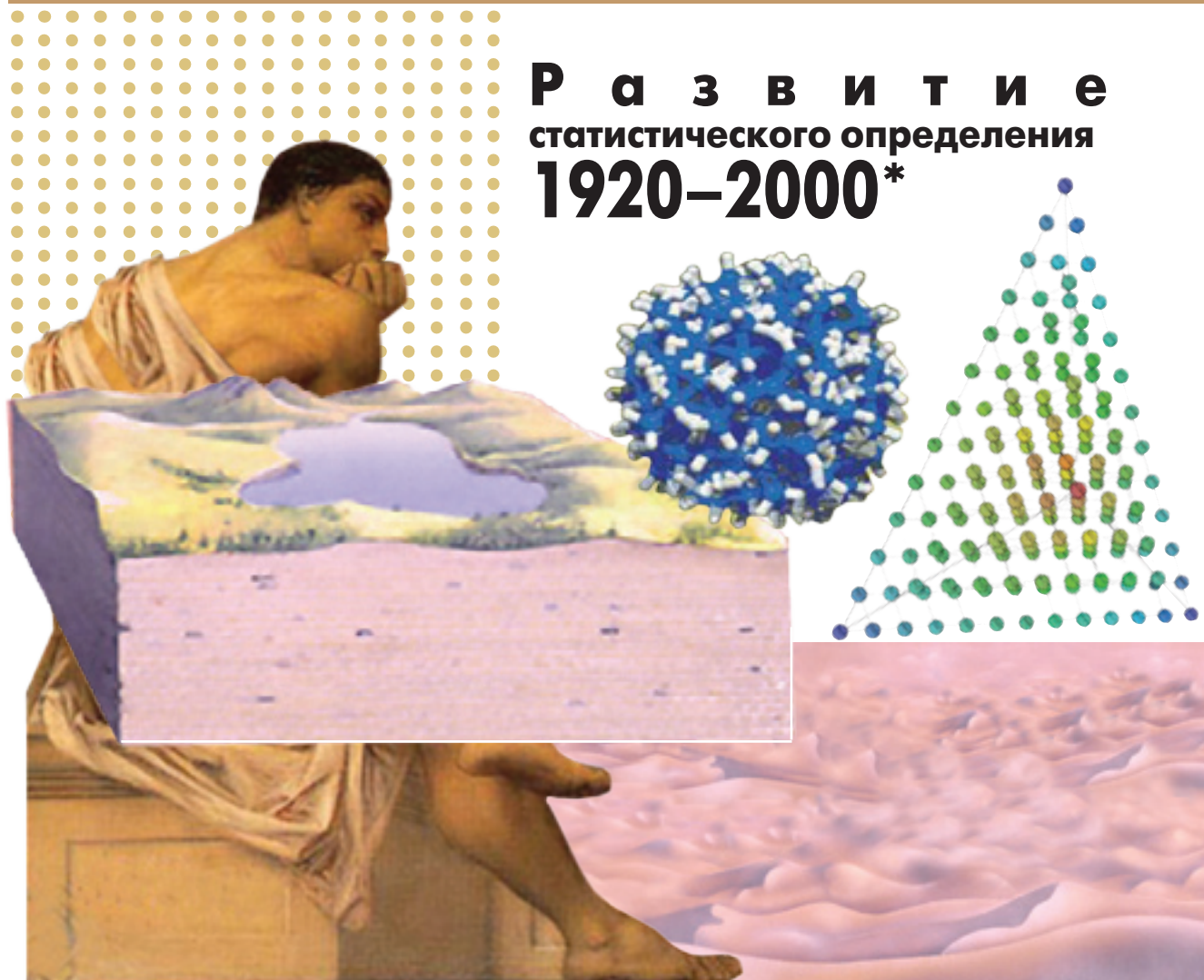
Popper R. Foresight Methodology / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Popper R., Medina J. Foresight in Latin America / Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.). The Handbook of Technology Foresight. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

Saritas O. Systems Thinking for Foresight / PhD thesis submitted to the University of Manchester. 2006.

# ЧТО ТАКОЕ НАУКА?

## Развитие статистического определения 1920–2000\*



Б. Годэн

В первой части статьи рассматривалась эволюция определения науки с 1920-х по 1962 г. для ее статистического измерения. Вначале наука отождествлялась с исследованиями, позже — с разработками и систематическими исследованиями. Основным детерминантом официального определения стала принятая методология статистики. Но оно не охватывало смежные научно-технические услуги, образование и профессиональную подготовку, инновационную деятельность.

Во второй части представлены альтернативные концепции науки и проанализировано воздействие политических факторов на статистику.

\* Первую часть статьи см.: Форсайт, 2009, № 2 (10). С. 48–60.

## Спорные определения

Четкое толкование исследований было лишь одной из проблем, с которыми столкнулись аналитики и политики. Вторая проблема статистики науки в период до 1960-х гг. состояла в проведении границы между исследованиями и иными видами деятельности. Дело в том, что используемая предприятиями практика бухгалтерского учета не позволяла легко их разграничивать<sup>1</sup>. В 1959 г. сотрудник Национального научного фонда (ННФ) США К. Арноу объяснял такое положение дел следующим образом: «Даже если бы все организации, направляющие в ННФ статистические данные, каким-то чудом использовали бы одни и те же базовые концепции и определения, они все равно не смогли бы обеспечить полностью сопоставимую статистику, поскольку оценка расходов на ИиР опирается на крайне разнородную бюджетно-финансовую документацию, отчеты о реализации проектов, производственной деятельности и т.п.» [Arnow, 1959]. Как отмечает Энтони, расходы в показателях затрат на промышленные ИиР, обусловленные различиями в методиках бухгалтерского учета, могут достигать 20% [Anthony, 1951]. Аналогичным образом представители Бюро переписей США (US Bureau of Census) и ННФ [Wood, 1959, p. 52; NSF, 1960, p. 99] высказывали мнение, что только совершенствование бухгалтерского учета позволит исправить подобные ошибки. До 1960-х гг. отсутствие единых норм делало невозможным сопоставление итогов различных обследований, что зачастую снижало ценность статистических данных. Советом по научным исследованиям при Президенте США были выделены причины, по которым «невозможно точно оценить уровень расходов на научные исследования»: 1) использование различных определений, 2) процедуры бухгалтерского учета и 3) отсутствие четких границ между научными исследованиями и другими видами научной деятельности [President's Scientific Research Board, 1947, pp. 73, 301]. ННФ признал, что данные обследований промышленных ИиР, проведенных Фондом до 1957 г., несопоставимы с результатами последующих обследований [NSF, 1960, pp. 97–100].

В первой редакции «Руководства Фраскати» показано, что «определения сами по себе не являются достаточными. Следует дополнить их стандартными конвенциями, которые помогут провести четкую границу между научными исследованиями и иными видами деятельности» [OECD, 1962, p. 12]. В итоге было принято решение отделить исследования от других (рутинных) видов деятельности, насколько бы необходимыми для собственно исследований эти последние ни были. В Гарвардской школе бизнеса [Dearborn et al., 1953, pp. 43–44, 92] и ННФ [National Science Foundation, 1953, p. 16] был разработан целый ряд спецификаций для выявления и размежевания измеримых видов такой

деятельности. Например, в первом обследовании промышленных ИиР, выполненном ННФ, с последними ассоциировались промышленные образцы, проектирование, модели лабораторного масштаба и прототипы, тогда как маркетинговые и экономические исследования, юридические и технические услуги (незначительная адаптация, лицензирование, реклама, патенты и геологоразведка) исключались из рассмотрения.

Такой подход удовлетворил далеко не всех. Еще в 1938 г. Национальный комитет по ресурсам США рассматривал исследовательскую деятельность как «изыскания в области естественных и общественных наук и их приложения, включая сбор, компиляцию и анализ статистической, картографической и иной информации, что с высокой вероятностью способно привести к получению новых, практически полезных знаний» [National Resources Committee, 1938, p. 62]. В докладе отмечалось, что «основные разногласия относительно определения, использованного в данном исследовании, возникли в связи с включением в понятие “исследования” следующих направлений» [ibid.]: сбор и систематизация базовой информации, экономические и социальные исследования, картографирование и геологоразведка, библиотечные и архивные услуги. В итоге был сделан вывод: «Часть проблемы с принятой дефиницией научных исследований обусловлена попытками разграничить исследования “высшего” и “низшего” порядка, не признавая при этом факта использования таких концепций» [ibid.]. И далее: «Было бы, вероятно, полезно получить отдельные цифры для каждого из этих “порядков”... Однако такое разделение оказалось сложно осуществить на практике ввиду того, что два указанных типа научных исследований не различимы с точки зрения бюджетирования» [ibid.]<sup>2</sup>.

Десять лет спустя в докладе Совета по научным исследованиям при Президенте США «Наука и государственная политика» появился термин «предварительные исследования», предложенный Дж. Хаксли для обозначения видов научной деятельности, упомянутых Национальным комитетом по ресурсам: «Под предварительными исследованиями понимается систематическое наблюдение, сбор, организация и представление фактов, использование известных принципов для выполнения задач, четко определенных до начала научных исследований, с целью создания основы для последующих исследований или получения стандартной справочной информации» [President's Scientific Research Board, 1947, p. 300]. Перечисленные виды деятельности выделили в особую область, поскольку обследование было посвящено государственному сектору науки: предварительные исследования получили признание в качестве «адекватной сферы деятельности правительства» [ibid., p. 312], как ранее отмечалось и в докладе Буша [Bush, 1945]. В последующий период было выполнено не-

<sup>1</sup> О проблемах в области бухгалтерского учета см.: [Gellein, Newman, 1973; Fabricant et al., 1975].

<sup>2</sup> О проблемах разграничения видов научной деятельности до принятия стандарта ОЭСР см., например: [National Resources Committee, 1938, pp. 6, 61–65; v. 2, pp. 5–8, 173; US President's Scientific Research Board, 1947, pp. 73, 300–302; NSF, 1959].

скольким исследованиям, в ходе которых предварительная (или, как ее стали называть впоследствии, смежная) научная деятельность была включена в определения и измерена — но только применительно к государственному сектору<sup>3</sup>.

Для того чтобы уточнить, что включать в измерение исследований, и Национальный комитет по ресурсам, и Совет по научным исследованиям при Президенте США использовали характеристики видов научной деятельности, отличной от ИиР. В статистических данных выделение отдельных видов такой деятельности не предусматривалось. Первая статистика по смежной научной деятельности была получена в Канаде. ННФ, со своей стороны, также способствовал этому процессу.

Еще в 1947 г. Департамент реконструкции и снабжения совместно с Национальным исследовательским советом Канады (Canadian National Research Council) провел обследование исследований в государственном секторе; при этом «научную деятельность» они понимали как совокупность трех ее видов: исследования (в свою очередь подразделявшиеся на чистые, предварительные и прикладные); разработки; анализ и тестирование [Department of Reconstruction and Supply, 1947, p. 13]. Как и в докладе Совета по научным исследованиям при Президенте США, базовая категория использовалась исключительно для уточнения содержания понятия исследований. «Ввиду тесной взаимосвязи научных исследований разного типа, реализуемых правительством доминиона» [ibid., p. 16] — т. е. ввиду сложности разграничения ИиР и смежной научной деятельности в рамках имеющейся статистики, — никаких конкретных данных подобного рода собрано не было. Однако были получены отдельные показатели для новой категории научной деятельности: в соответствии с отчетом 12% канадских расходов на науку затрачивалось на (рутинный) анализ и тестирование [ibid., p. 25]. В обследованиях ИиР такая деятельность обычно не только не измеряется, но сознательно исключается из рассмотрения.

В то время как ННФ продолжил использовать свой инновационный подход, в Канаде обследования государственных ИиР до 1960 г. не проводились. К этому моменту Статистическое управление Канады взяло на вооружение определения, разработанные ННФ. С начала 1950-х гг. ННФ регулярно проводил статистический учет государственных исследований; результаты публиковались в серии «Федеральное финансирование науки» [National Science Foundation, 1953]. Как и в большинстве подобных обследований в других странах [Gerritsen, 1963], данные об ИиР включали категорию «прочие виды научной деятельности», но при этом они не были отделены от собственно ИиР. В 1958 г. ННФ опубликовал доклад «Финансирование научной деятельности федерального правительства» [NSF, 1958], где среди проче-

го содержался повторный анализ статистической информации за 1953–1954 гг. Научная деятельность толковалась как «создание новых знаний, новые способы полезного использования знаний или способствование созданию новых знаний либо новых способов их использования» [ibid.]. Она подразделялась на семь классов: первые три охватывали ИиР, последние четыре — «прочие виды научной деятельности» (иные ИиР, планирование и управление, развитие парка научного оборудования, сбор данных, распространение научной информации, обучение, тестирование и стандартизация). По приведенным в докладе оценкам, на «прочие виды научной деятельности» было израсходовано 199 млн долл., или 7.8% всех затрат на науку. Из них почти 70% ушло на сбор данных, а распространение научной информации (6.5%) было признано существенно недооцененным (как минимум втрое).

Последующие издания «Федерального финансирования науки» (в 1964 г. переименовано в «Федеральное финансирование ИиР и других видов научной деятельности») включали показатели для «прочих видов научной деятельности», которые ограничивались лишь двумя категориями: распространение научно-технической информации и — в течение более короткого периода — сбор данных общего назначения. В дальнейшем для каждой из этих категорий были разработаны многочисленные подгруппы, а в 1978 г. классификация достигла своего апогея: только для научно-технической информации выделялось четыре класса, каждый из которых, в свою очередь, подразделялся на 11 подклассов (см. рис. 1) [National Science Foundation, 1978, p. 43].

В 1978 г. ННФ опубликовал последний выпуск «Федерального финансирования». Затем вышел трехтомный доклад под названием «Статистические индикаторы научно-технических коммуникаций», подготовленный фирмой King Research Inc. и опубликованный Отделом научной информации ННФ (NSF's Division of Scientific Information) [King Research Inc., 1976]. Это стало последней работой ННФ по измерению «прочих видов научной деятельности», несмотря на то, что первоначально доклад был заказан «для разработки и практического внедрения системы статистических индикаторов научных и технических коммуникаций» [ibid., p. V]<sup>4</sup>.

Почему ННФ прекратил работу по измерению смежной научной деятельности? Первая причина связана с масштабами этой деятельности. В период 1958–1978 гг. в ходе обследований было выявлено, что на сбор и распространение информации расходовалось не более 1–2% федеральных ассигнований на науку. Осуществлять мониторинг столь незначительной сферы было признано нецелесообразным<sup>5</sup>.

Во-вторых, в 1973 г. ННФ начал публикацию «Индикаторов науки» [NSF, 1973]. Появление ново-

<sup>3</sup> В случае промышленных ИиР имелось исключение: [Dearborn, Knezek, Anthony, 1953].

<sup>4</sup> Некоторые статистические данные из этого отчета были включены в публикацию [NSF, 1977, pp. 59–63].

<sup>5</sup> Обследование научно-технической информации в промышленности было также запланировано еще в 1964 г., однако, насколько нам известно, так и не было выполнено. В 1961 г. ННФ провел первое обследование публикационной активности в промышленности, но оно было в большей степени посвящено фундаментальным исследованиям, а не смежным видам научной деятельности. См.: [NSF, 1961].



го издания было воспринято с энтузиазмом всеми, включая Конгресс США и прессу<sup>6</sup>. В скором времени в эти доклады были введены библиометрические индикаторы<sup>7</sup>, признанные удачными статистическими показателями научной информации (по крайней мере, для Соединенных Штатов). На протяжении 15 лет США оставались единственной страной, регулярно публиковавшей такую статистику [Narin et al., 2000, pp. 337–360]. Для ННФ подсчет публикаций стал главным индикатором измерения научной информации.

В-третьих, возрос интерес к технологиям, связанным с информационной и коммуникационной деятельностью. Несмотря на работы Ф. Махлупа и других в области экономики знаний [Machlup, 1962; Rubin, Huber, 1984], целью обследований все чаще становился анализ инфраструктуры и технических средств. Со временем индикаторы информационных технологий начали вытеснять индикаторы информационной деятельности.

Все вышеперечисленные факторы нашли отражение в первом издании «Руководства Фраскати» ОЭСР. Одной из отличительных черт данной публикации является отсутствие определения научных исследований как таковых<sup>8</sup>. Были четко выделены категории, или типы, научной деятельности (фундаментальные исследования, прикладные исследования и разработки), но трактовка ИиР как систематической научно-исследовательской деятельности появилась лишь во втором издании «Руководства» (1970 г.). В издании 1962 г. научные исследования, по сути дела, противопоставлялись рутинной работе: «Основной признак, позволяющий отличить ИиР от неисследовательской деятельности, — наличие или отсутствие элемента новизны или инновации. Если деятельность осуществляется в соответствии с установленной рутинной процедурой, она не может быть отнесена к ИиР. Если же она отходит от рутинных процедур, является новаторской, то ее следует квалифицировать как ИиР» [OECD, 1962, p. 16].

В «Руководстве» подробно описывается, чем ИиР отличаются от рутинной работы. ИиР противопоставляются смежным видам научной деятельности и ненаучной деятельности (важнейшим видом последней, пожалуй, является промышленное производство). Именно здесь, по мнению авторов, коренятся главные различия в подходах стран – членов ОЭСР. В редакции документа 1962 г. смежная научная деятельность подразделяется на четыре класса: 1) сбор и распространение научной информации (включая публикации), 2) профобучение и образо-

### Рис. 1. Научно-техническая информация в соответствии с классификацией ННФ 1978 г.

#### Публикация и распространение

- Первичные публикации
- Патентная экспертиза
- Вторичные и третичные публикации
- Поддержка публикаций

#### Документирование, справочные и информационные услуги

- Библиотечные и справочные услуги
- Поддержка библиотечных сетей
- Услуги специализированных информационных центров
- Поддержка сетей специализированных информационных центров
- Перевод

#### Симпозиумы и аудиовизуальные средства

- Симпозиумы
- Аудиовизуальные средства

#### ИиР в информационных науках

вание, 3) сбор данных, 4) тестирование и стандартизация [ibid., p. 15]. В составе ненаучной работы выделяется три вида: 1) юридические и административные действия с патентами, 2) тестирование и анализ, 3) прочие технические услуги [ibid., p. 16].

Как отмечается в «Руководстве», смежные виды научной деятельности необходимо отделять от ИиР, за исключением тех случаев, когда они направлены на оказание прямой поддержки ИиР [ibid., p. 16]. Далее говорится, что «невозможно привести детальные универсальные рекомендации в отношении смежных видов научной деятельности... Задача «Руководства» — обеспечить международную совместимость в более узкой области ИиР... Затем на основании накопленного опыта ОЭСР сможет разработать новые международные стандарты для смежных видов деятельности» [ibid., pp. 14–15]<sup>9</sup>.

Эта рекомендация вскоре была аннулирована, несмотря на заявления о том, что уже к 1964 г. «Руководство Фраскати» будет охватывать и смежные виды научной деятельности [OECD, 1964a, pp. 12, 18; 1964b, p. 23]. В 1967 г. ОЭСР пришла к выводу, что «для прояснения основных проблем в связи с измерением указанных видов деятельности необходимо создать специальную рабочую группу» [OECD, 1967, p. 9]. Соответственно, предложение осуществлять количественную оценку смежных видов научной деятельности было исключено из текста «Руководства». Во втором издании (1970 г.) основное внимание уделено ИиР; вышеупомянутая рабочая группа так и не была создана: «Нас волну-

<sup>6</sup> В октябре 1973 г. Национальный научный совет (National Science Board) ННФ сообщил, что на тот момент было распространено не менее 11 тыс. экземпляров. Отзывы в прессе были самыми положительными. См.: [National Science Board, 1973]. Очередным признанием высокого уровня качества «Индикаторов науки» стало решение Конгресса, в соответствии с которым в 1982 г. был изменен закон об ННФ, куда включили требование публиковать доклад об индикаторах науки раз в два года. См.: [Public Law 97–375 (1982)].

<sup>7</sup> Помимо работы, выполненной King Research, ННФ заказал еще два исследования по разработке библиометрических индикаторов Национальной федерации реферирования и индексирования [National Federation of Abstracting and Indexing Services, 1975; Narin, 1976].

<sup>8</sup> В то время это было стандартной практикой в Британии и Франции. См.: [Gerritsen et al., 1963].

<sup>9</sup> Тем не менее в «Руководстве Фраскати» приводится следующая рекомендация: «Все вычеты расходов на неисследовательскую деятельность научных организаций и все учитываемые расходы на ИиР, выполненные ненаучными организациями, следует четко выделять, т. е. они должны фиксироваться как отдельными респондентами, так и при компиляции общенациональных итогов на основании данных, полученных от отдельных респондентов. Более того, во всех возможных случаях расходы на смежные виды научной деятельности, такие как документирование и рутинное тестирование, следует оценивать одновременно с расходами на ИиР, но фиксировать отдельно» [OECD, 1962, p. 14].

ет не проблема измерения смежных видов деятельности, а то, какие принципы и подходы следует использовать, чтобы исключить их из измерений ИиР» [OECD, 1970, p. 14]<sup>10</sup>.

Тем не менее в 1968 г. Директорат по научным вопросам (Directorate of Scientific Affairs) ОЭСР рекомендовал национальным правительствам уделять приоритетное внимание конкретному виду смежной научной деятельности — сбору и распространению научно-технической информации — и предложил провести специальное обследование, «чтобы правительства получили прочный статистический фундамент для разработки национальной политики» [OECD, 1968, p. 2]. Немецкой организации Heidelberg Studiengruppe für Systemsforschung заказали подготовить методологию для сбора статистики по научно-технической информации [OECD, 1969]. Была предложена подробная характеристика деятельности в сфере научно-технической информации, согласующаяся с упомянутым выше определением ННФ. В отличие от последующих обследований ОЭСР, эта методология не ограничивалась исключительно технологической областью.

Методология была опробована в Норвегии и подверглась серьезной критике на совещании в Осло в 1971 г. [OECD, 1972], прежде всего со стороны государств, где уже были осуществлены подобные обследования. Ее сочли чрезмерно сложной и при этом не обеспечивающей получения достаточной статистической информации для разработки политики в области научно-технической информации [OECD, 1973a]. В 1973 г. политическая группа по научно-технической информации пришла к выводу, что «прежде, чем приступать к созданию такой методологии, следует определить необходимые базовые данные и индикаторы» [OECD, 1973b, p. 3]<sup>11</sup>.

Для выполнения этой задачи в 1974 г. Группой по информационной политике ОЭСР был сформирован координационный комитет по индикаторам научно-технической деятельности. Взяв за основу модную в то время трактовку науки, предложенную ННФ, комитет подготовил список из пяти классов индикаторов (некоторые из них уже использовались в статистической практике) «для помощи странам в разработке информационной политики»: 1) финансовые ресурсы, выделяемые на сбор и рас-

пространение научно-технической информации, 2) кадровые ресурсы, 3) полученная и используемая информация (публикации, услуги, библиотеки, конференции), 4) компьютеры и коммуникации, 5) потенциальные пользователи [OECD, 1974].

Два подготовленных ОЭСР инструмента — методологическое руководство и список индикаторов — никогда не использовались ни для описания науки, ни статистических обследований науки в целом или смежных видов научной деятельности в частности. Дальнейшим прогрессом в области статистики смежных видов научной деятельности мы обязаны ЮНЕСКО. Поскольку в сферу компетенции организации входят вопросы, связанные не только с экономическим развитием, но также с образованием и культурой, ее интерес к смежным видам научной деятельности вполне понятен. А тот факт, что большинство сотрудников ЮНЕСКО были учеными (а не экономистами, как в ОЭСР), в значительной степени обусловил иной подход к толкованию науки. В соответствии с определением ЮНЕСКО обследование научно-технической деятельности «не должно ограничиваться ИиР, но охватывать и смежные виды научно-технической деятельности... Такая деятельность играет *существенную* роль в научно-техническом развитии страны. Если она не будет включена в обследование, полученная картина научно-технического потенциала окажется неполной, что помешает проводить систематическую политику, направленную на использование науки и техники для развития»

[UNESCO, 1970, p. 21]. Было высказано мнение, что подобная проблема более существенна для развивающихся стран ввиду их зависимости от знаний, создаваемых в других государствах, т. е. от передачи знаний.

«Какой смысл в трансфере технологий или знаний, созданных в результате ИиР, если в странах-получателях нет инфраструктуры, необходимой для их использования?» [Vochet, 1977, p. 5].

«Программы ИиР в развивающихся странах не могут гарантировать активизацию научно-технической деятельности. Помимо реализации этих мероприятий необходимо создать инфраструктуру научно-технических услуг, которая, с одной стороны, обеспечивает поддержку и помощь собственно ИиР, а с другой — помогает внедрять

**Основной признак, позволяющий отличить ИиР от неисследовательской деятельности, — наличие или отсутствие элемента новизны или инновации. Если деятельность осуществляется в соответствии с установленной рутинной процедурой, она не может быть отнесена к ИиР. Если же она отходит от рутинных процедур, является новаторской, то ее следует квалифицировать как ИиР.**

<sup>10</sup> Второе издание «Руководства Фраскати» стало первым этапом долгого процесса формирования подходов к разграничению. В 1970 г. список смежных видов научной деятельности был расширен до семи классов: 1) научное образование, 2) научно-техническая информация (в свою очередь, подразделялся на шесть подклассов; в 1976 г. их число увеличилось до восьми), 3) сбор данных общего назначения, 4) тестирование и стандартизация, 5) подготовка технико-экономических обоснований для инженерных проектов, 6) специализированное медицинское обслуживание, 7) патентная и лицензионная деятельность. В издании 1976 г. к этому списку были добавлены политические исследования, а в 1993 г. — разработка программного обеспечения.

<sup>11</sup> В том же году были опубликованы результаты исследования информационных потребностей и ресурсов с использованием библиометрических данных, выполненного Группой по информационной политике ОЭСР (OECD Information Policy Group) [Anderla, 1973].

результаты ИиР в экономику и использовать их на благо общества в целом» [Vochet, 1974, p. 1].

Таким образом, уже на достаточно раннем этапе ЮНЕСКО поставила под сомнение толкование науки, в котором центральное место занимают ИиР, и потребовало учитывать также смежные виды научной деятельности. Официальные аргументы, приводимые организацией в ряде документов, сводились к тому, что эти виды деятельности вносят важный вклад в развитие науки: «Приоритетная роль в области сбора данных отводится ИиР лишь для простоты и удобства и вовсе не означает, что комплексный подход к научным исследованиям и разработкам, рассматриваемым в полном контексте образовательных и иных услуг, недооценен. Можно даже утверждать, что корректно измерить ИиР возможно, только принимая во внимание эти услуги — они необходимы для обеспечения эффективности научных исследований... и обычно являются предпосылкой, а не следствием возникновения научной деятельности в стране» [Gostkowski, 1986, p. 2].

ЮНЕСКО заказала два исследования смежных видов научной деятельности [Vochet, 1974; 1977]. В комментариях к ним справедливо отмечено, что «похоже, не существует никаких позитивных критериев, которые позволили бы определить виды деятельности, смежные с ИиР» [Vochet, 1974, p. 2]. Используемое в настоящее время определение ОЭСР основано на отрицательном критерии: смежные виды научной деятельности включают научно-техническую деятельность, которая по своей сути не является инновационной. Ж.-К. Боше (J.-C. Vochet) предложил три другие, более позитивные формулировки, раскрывающие содержание смежных видов научной деятельности:

1. Деятельность, не являющаяся инновационной по своему характеру, но формирующая *инфраструктуру*, необходимую для обеспечения эффективности ИиР.

2. Деятельность в сфере науки и технологий, обеспечивающая поддержку рутинных компетенций, необходимых для выполнения ИиР, хотя и не являющаяся их непосредственной частью.

3. Деятельность, не являющаяся инновационной, но в той или иной степени *связанная* с ИиР и реализуемая в зависимости от ситуации в ходе данного процесса или вне его.

Приведенные выше размышления послужили основой для подготовки руководства по статистическому измерению сферы научно-технической информации и документирования. Черновой его вариант был выпущен в 1982 г. и протестирован в семи странах; в 1984 г. вышла предварительная версия [UNESCO, 1984]. При подготовке справочника использовался доклад, написанный в 1979 г. по заказу ЮНЕСКО сотрудником Национального совета Ирландии по науке (National Science Council) Д. Мерфи [Murphy, 1979]. В докладе деятельность в области научно-технической информации и документирования была описана как «сбор, обработка,

хранение и анализ количественных данных об информационной деятельности...» [ibid., p. 5].

Интерес ЮНЕСКО к смежным видам научной деятельности предопределен фундаментальной задачей этой организации — охватить стандартизацией не только промышленно развитые страны (т. е. страны — члены ОЭСР), но и другие государства. Начать было решено со стран Восточной Европы. Соответствующая программа была запущена в 1967 г., а уже в 1969 г. ЮНЕСКО опубликовала статью К. Фримена «Измерение научно-технической деятельности» [Freeman, 1969], посвященную стандартизации статистических данных в Восточной и Западной Европе [ibid., p. 7] и вопросам измерения смежных видов научной деятельности [ibid., p. 10]: ИиР являются «только частью научно-технической деятельности... Необходимо с самого начала представить общую картину и приступить к созданию базовой структуры для разработки адекватной системы сбора информации для всего объема научно-технической деятельности» [ibid., p. 1]. На основе статьи были подготовлены справочник [UNESCO, 1984a] и руководство по сбору научно-технической статистики [UNESCO, 1984b]<sup>12</sup>.

Следует отметить, что в тот период времени в восточноевропейских странах ИиР не были выделены в отдельную категорию. Так, в СССР вся научно-техническая статистика публиковалась под рубрикой «Наука» [Freeman, Young, 1965, pp. 27–30, 99–152; Freeman, 1969, pp. 7, 11–12]. Более того, в государственный сектор науки включались и профессиональное обучение, и конструирование, и музейное дело. ЮНЕСКО пришлось выбирать между двумя вариантами стандартизации: следовать модели ОЭСР и сосредоточить внимание на ИиР или, как в Восточной Европе, учитывать как ИиР, так и смежные виды научной деятельности. В итоге был выбран второй вариант.

Пытаясь охватить Восточную Европу, в своих усилиях ЮНЕСКО руководствовалась не только стремлением расширить сферу стандартизованной статистики по сравнению с ОЭСР, но и в меньшей степени интересом к соответствующим видам научной деятельности как таковым. Как бы то ни было, инициированная в отношении стран Восточной Европы программа провалилась, и ЮНЕСКО так и не смогла приступить к сбору данных по смежным видам научной деятельности. Причин тому несколько. Во-первых, сама ЮНЕСКО сосредоточилась на ИиР. Считалось, что этот вид научной деятельности проще выявить и измерить, к тому же он вносит «исключительный» вклад в развитие науки и технологий. Таким образом, сложилась ситуация, при которой ЮНЕСКО пропагандировала концепцию смежных видов научной деятельности, но при этом настаивало на ключевой роли ИиР. Вот один из многочисленных примеров риторики того времени: «Учитывая *уникальный (exceptionnel* во французской версии) вклад ИиР в создание знаний, технологий и экономическое развитие, человеческие

<sup>12</sup> По сути дела руководство ЮНЕСКО было «дубликатом» «Руководства Фраскати».

и финансовые ресурсы, задействованные в ИиР, которые можно назвать *ядром* научно-технической деятельности, обычно изучаются очень подробно» [UNESCO, 1986, p. 6].

Вторая причина, по которой ЮНЕСКО так и не приступила к работе по измерению смежных видов научной деятельности, связана с тем, что в конечном счете заинтересованных в этом стран оказалось очень мало<sup>13</sup>. В 1985 г. состоялось совещание экспертов по методологии сбора данных о деятельности, связанной с научно-технической информацией и документированием, для оценки итогов пилотных обследований. Участники мероприятия сошлись во мнении, что подобная деятельность не рассматривается как важная или первоочередная; задачи ее измерения не вполне очевидны, а интерпретация определения затруднительна [UNESCO, 1985].

Однако основной причиной того, что ЮНЕСКО не удалось наладить статистическое измерение смежных видов научной деятельности, стало то, что в 1984 г. Соединенные Штаты вышли из этой организации, обвинив ее в идеологической необъективности. Это решение имело серьезные последствия для Отдела статистики ЮНЕСКО — как финансовые, так и кадровые. Оно привело к ослаблению позиций ЮНЕСКО в сфере статистики науки, а затем почти к полному исчезновению организации из этой области.

В итоге судьба смежных видов научной деятельности была обусловлена идеологическими и политическими факторами. Еще в 1962 г., в первом издании «Руководства Фраскати», отмечалась значимость смежных видов научной деятельности для любой страны: «ИиР являются лишь частью широкого спектра видов научной деятельности, включающей сбор и распространение научной информации, образование и подготовку кадров, сбор данных общего характера, а также (разнообразное) тестирование и стандартизацию. В отдельных странах на развитие некоторых из этих видов научной деятельности может выделяться больше материальных и кадровых ресурсов, чем на ИиР. В таких странах может оказаться целесообразным начать статистические изыскания именно с указанных областей, а не с ИиР» [OECD, 1962, p. 13].

Интересно, что столь серьезное внимание смежным видам научной деятельности в «Руководстве» было уделено главным образом для того, чтобы отделить их от ИиР (а также ввиду методологических проблем разграничения ИиР и смежных видов деятельности и несовместимости данных, собираемых в разных странах). Смежные виды научной деятельности как таковые не были предметом рассмотрения в «Руководстве»; их концептуальная дефиниция появилась в документе лишь 15 лет спустя. Собственно говоря, до публикации рекомендаций ЮНЕСКО (см. ниже) смежные виды научной деятельности определялись лишь как список соответствующих

мероприятий, и существует множество примеров того, как пользователям «Руководства» предлагалось (и предлагается до сих пор) не включать в обследования смежные виды научной деятельности.

Как объяснить такую ситуацию? Одной из главных причин, по которым смежные виды научной деятельности были отграничены от ИиР, стала идеология: ИиР рассматривались как деятельность высшего порядка. В основе такого подхода лежит отношение людей к различным профессиям и роду их занятий<sup>14</sup>. В докладе Управления по проектам занятости США говорится: «Имеющееся лабораторное оборудование позволяет ученому тратить свое время исключительно на *деятельность профессионального калибра* <ИиР>. От него не требуется выполнения *рутинных* задач, таких как тестирование и экспериментирование; для этого существует *технический и лабораторный персонал*» [Perazich, Field, 1940, p. 43]. Никаких аргументов, убеждающих в справедливости этой иерархии, не требовалось. Практически всем казалось очевидным, что такие виды деятельности, как, например, исследование рынка или дизайн, не являются наукой. Именно такой была общепринятая точка зрения в описываемый период времени. Незначительный интерес, который все же проявляли к смежным видам научной деятельности, объяснялся преимущественно политическими соображениями, в частности необходимостью представить более высокий уровень результативности сферы науки и технологий (как в случае с федеральным правительством Канады) [Godin, 2000] либо стремлением продемонстрировать свою методологическую компетентность в области статистики науки (ЮНЕСКО).

В реальности ЮНЕСКО заинтересовалось смежными видами научной деятельности тоже по политическим причинам. Во-первых, для него стала полной неожиданностью опубликованная ОЭСР в 1963 г. стандартная методология проведения статистических обследований сферы ИиР — руководство, которое, по заявлению ОЭСР, «вызвало значительный интерес других международных организаций и стран-членов... <и было> одним из важнейших <пунктов> в программе Комитета» [OECD, 1964c, p. 11]. Еще в 1960 г. ЮНЕСКО предприняла попытку оценить объем ресурсов, выделяемых на развитие науки и технологий в развивающихся странах<sup>15</sup>, и ей было известно о трудностях сопоставления данных по разным странам. Но разве в задачи ЮНЕСКО не входила разработка международных стандартов? Ведь к 1958 г. организация уже готовила стандарты для образования и продолжала работать над стандартами для периодических изданий (1964 г.) и библиотек (1970 г.).

После публикации ОЭСР «Руководства Фраскати» ЮНЕСКО было необходимо как-то проявить себя, чтобы закрепиться в области измерения науки. Именно поэтому ЮНЕСКО отнеслась к смеж-

<sup>13</sup> В 1973 г. первая рабочая группа ОЭСР по статистике науки и технологий сделала противоположный вывод: было заявлено, что большинство стран заинтересованы в обследовании смежных видов научной деятельности. См.: [OECD, 1973c, pp. 22–23].

<sup>14</sup> Одна из исторических перспектив описана в работах: [Shapin, 1989, pp. 554–563; Usher, 1955, pp. 523–550].

<sup>15</sup> Подробнее см.: [UNESCO, 1968a,b; Brand, 1960].

ным видам научной деятельности серьезнее, чем ОЭСР. Но в конечном итоге ее интерес к ним оказался ненамного сильнее, чем у ОЭСР. ЮНЕСКО было необходимо найти нишу, где она завоевала бы серьезные позиции с точки зрения методологии статистики научно-технической сферы. Более того, ЮНЕСКО просто воспроизвела опыт восточноевропейских стран, т. к. это был самый легкий способ стандартизировать статистику за пределами ОЭСР.

Страны – члены ОЭСР отвергли предлагаемый подход, поскольку он повлек бы за собой необходимость изменить существующую практику. Как отмечено в ответе Секретариата ОЭСР на доклад рабочей группы по статистике, «страны ОЭСР утратят абсолютный контроль над собственными стандартами и методиками, который они в настоящее время имеют»<sup>16</sup>. «Время для “всемирных” научных стандартов еще не пришло, и... официальное утверждение текущей редакции рекомендаций ЮНЕСКО в припадке *пустого интернационализма* вряд ли принесло бы какие-либо практические выгоды... По нашему мнению, текущая редакция является чересчур амбициозной и недостаточно подкреплена практическим опытом, чтобы играть подобную роль» [ibid., p. 18].

## Расширение определения науки

Пытаясь расширить сферу охвата статистики науки, ЮНЕСКО столкнулось с двумя проблемами в двух группах стран: «Разработанную <ОЭСР> методологию необходимо адаптировать для использования в государствах-членах, находящихся на разных уровнях развития и имеющих самые разнообразные формы социально-экономической организации» [UNESCO, 1966a, p. 3]. Страны первой группы — развивающиеся — практически не имели опыта в области статистики науки и технологий, в то время как в странах второй группы — восточноевропейских — действовала экономическая система, диктовавшая необходимость серьезной корректировки предложенных ОЭСР стандартов: «Статистическая методология, подготовленная в стране, имеющей 40 тыс. ученых и 200 тыс. инженеров, занятых во всех областях науки и технологий, вряд ли будет полезной в стране, которая насчитывает всего 50 ученых и 200 инженеров; анкета, подходящая для страны с высокоразвитой организацией статистики, может оказаться неприменимой в стране, где горстка профессиональных статистиков с огромным трудом пытается собирать самые базовые демографические и экономические данные, необходимые для планирования» [UNESCO, 1966b, p. 3].

Задача была грандиозной: «Секретариат адекватно оценивает невероятные проблемы, с которыми связана такая инициатива, и уверен, что с помощью государств-членов, имеющих опыт в данной области статистики, можно будет существенно продвинуться к этой цели» [ibid., p. 4]. Соответствен-

но, «всемирные» стандарты были предложены уже в 1969 г. [Freeman, 1969]. Как указывалось выше, в рекомендациях ЮНЕСКО предусматривалось обледование смежных видов научной деятельности. При этом в них содержалась еще одна концепция — «научно-техническая деятельность»: «Расширение сферы охвата статистики науки особенно актуально для большинства развивающихся стран, которые, как правило, осуществляют научно-техническую деятельность более общего характера, а не только ИиР [UNESCO, 1969, p. 9]. В развивающихся странах на научную деятельность, связанную с передачей технологий и внедрением существующих методик, выделяется более значительная часть ресурсов, чем на ИиР как таковые» [UNESCO, 1972, p. 14].

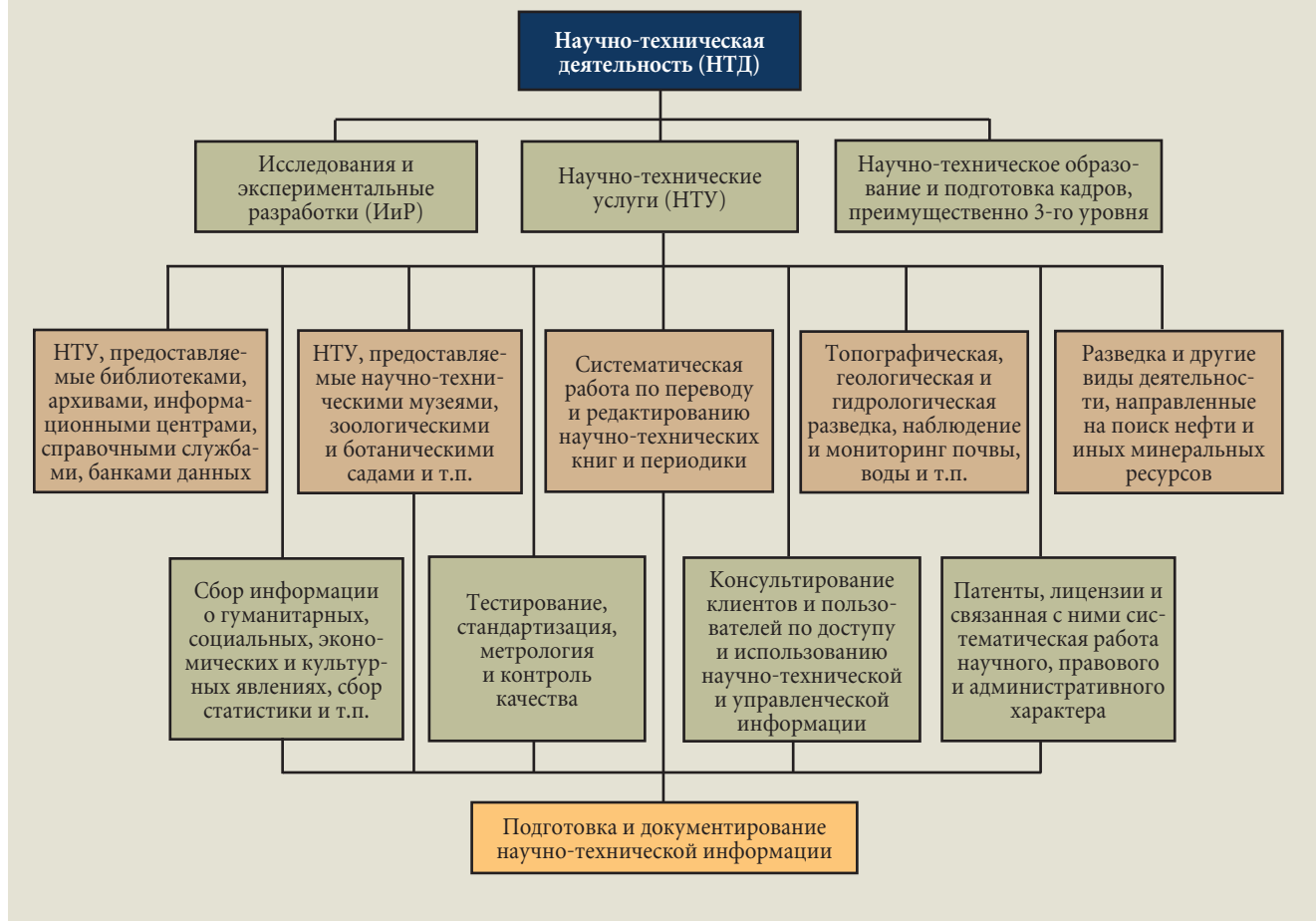
Концепция научно-технической деятельности ознаменовала вторую попытку ЮНЕСКО раздвинуть границы определения науки; она должна была стать фундаментом разрабатываемой этой организацией философии измерения науки. На основе исследования К. Мессмана из Центрального статистического бюро Австрии (Austrian Central Statistical Office) [Messman, 1975] ЮНЕСКО подготовило рекомендации по международной стандартизации, утвержденные странами-членами в ноябре 1978 г. Согласно этому документу научно-техническая деятельность включает три широких вида: ИиР; научно-техническое образование и подготовка кадров; научно-технические услуги (или смежные виды научной деятельности) (см. рис. 2).

Предвестников концепции научно-технической деятельности можно обнаружить в 1930-е и 1940-е гг. Национальный комитет по ресурсам США представил концепцию исследовательской деятельности в своем докладе 1938 г.; Департамент реконструкции и снабжения Канады выдвинул концепцию научной деятельности в 1947 г.; за ним последовали ННФ (1958 г.) и ОЭСР (1963 г.). Обе концепции касались как ИиР, так и смежных видов научной деятельности. Концепция ЮНЕСКО тем не менее была шире: она включала также образование и подготовку кадров.

Рекомендации ЮНЕСКО просуществовали недолго. В 1986 г. руководитель Отдела статистики науки и технологий ЮНЕСКО заявил, что «ввиду высокой стоимости и организационных проблем создание системы сбора данных, включающей весь спектр научно-технических услуг, научно-техническое образование и подготовку кадров, признано непрактичным. Соответственно, пришлось выбирать приоритетные направления для селективного, поэтапного охвата некоторых видов научно-технических услуг, образования и подготовки кадров» [Gostkowski, 1986, p. 1]. «В ходе первого этапа, т. е. в течение нескольких лет после принятия рекомендаций [1978 г.], в сферу международной статистики будут входить только ИиР во всех секторах, а также научно-техническое образование и профобучение базовое и подготовка кадров в целом и/или их часть, связанная с экономической актив-

<sup>16</sup> Цитата взята из французской версии доклада. В английской версии архивов ОЭСР страница с данной цитатой отсутствует. См.: [OECD, 1977, p. 16].

Рис. 2. Классификация научно-технической деятельности (ЮНЕСКО)



ностью... На второй стадии она должна распространиться на научно-технические услуги, образование и подготовку кадров. В дальнейшем в нее войдут соответствующие единицы в производственном секторе» [UNESCO, 1978, pp. 10–13].

В 1994 г. ЮНЕСКО провела совещание экспертов для пересмотра потребностей стран-членов в отношении концепций, определений и классификаций статистики науки<sup>17</sup>. Участники совещания пришли к выводу, что ЮНЕСКО следует продолжать сбор международно сопоставимых данных по ИиР, но при этом ограничиться только базовой статистикой и индикаторами. Они также рекомендовали уделять адекватное внимание статистическому измерению человеческих ресурсов, занятых в каждом виде деятельности [UNESCO, 1994, pp. 2–3]. Но эти предложения так и не были учтены. Статистическая деятельность ЮНЕСКО в сфере науки продолжала оставаться минимальной: обследовались только ИиР, и то нерегулярно.

Через несколько лет после публикации рекомендаций ЮНЕСКО ОЭСР включила концепцию научно-технической деятельности в новую главу «Руководства Фраскати» [OECD, 1981]. Конечно, концепция научной деятельности присутствовала в «Руководстве» уже в 1962 г., а термин «научно-

техническая деятельность» содержится в самом его названии. Теперь же понятие появилось во вводной главе, «адресованной преимущественно неспециалистам и... предназначенной для введения в контекст» [ibid., p. 13]. Заявленной целью было не измерение научно-технической деятельности, а опять-таки «разграничение ИиР, которые являются объектом измерения, и научно-технических услуг, образования и подготовки кадров, не являющихся таковыми» [ibid., p. 15]. На общепринятое определение науки и ее измерение этот факт повлиял незначительно.

В том же издании «Руководства Фраскати», где появилось понятие научно-технической деятельности, была описана концепция инноваций. Собственно говоря, начиная с первого издания в «Руководстве» шла речь о феномене, не относящемся к смежным видам научной деятельности, но который также следовало отличать от ИиР: имеется в виду ненаучная деятельность, из которой впоследствии выросла концепция инноваций. В соответствии с изданием 1963 г. в категорию ненаучной деятельности входило три элемента: правовая и административная работа, связанная с патентами; рутинное тестирование и анализ; прочие технические услуги. Подобные направления, как и смежные

<sup>17</sup> Еще одно оценочное исследование (главным образом по индикаторам, применяемым только в западных странах) было выполнено в 1996 г. Р. Барре из французского Агентства по мониторингу науки и технологий (Observatoire des Sciences et des Techniques – OST) [Barré, 1996].

виды научной деятельности, следовало отделять от ИиР. При этом они представляют собой виды работ, или, как их называют на предприятиях, «накладные расходы», которые можно рассматривать как промышленный эквивалент смежных видов научной деятельности, реализуемых в государственном секторе (иногда они включались в статистические обследования государственных ИиР)<sup>18</sup>, — «смежные виды деятельности, необходимые для реализации инноваций» [OECD, 1981, p. 16]. По сути дела, именно это положение было формализовано ОЭСР в 1981 г., когда она представила концепцию инноваций во вводной главе «Руководства Фраскати». Инновации толковались следующим образом: «Трансформация идеи в новый или улучшенный, пользующийся спросом товар или операционный процесс» [ibid., p. 15]. «Включает все виды деятельности, технические, коммерческие и финансовые этапы помимо ИиР, необходимые для успешной разработки и маркетинга готового продукта и коммерческого использования процессов и оборудования» [ibid., p. 28].

Более конкретно инновационная деятельность определялась как совокупность семи ее видов:

- ИиР;
- маркетинг новой продукции;
- патентная деятельность;
- финансовые и организационные изменения;
- разработка конструкции и проектирование конечного продукта;
- инструментальная подготовка и организация производства;
- запуск производства.

Инновации — единственный из всех видов ненаучной деятельности и смежных видов научной деятельности за всю историю статистической практики ОЭСР в научно-технической сфере, получивший определенную автономию и эквивалентный ИиР статус. В 1992 г. страны — члены ОЭСР утвердили руководство, специально посвященное статистике инноваций, — «Руководство Осло» [OECD, 1992].

Тем не менее концепция инновационной деятельности была не без изъяна. Она впервые упоминается в работе Й. Шумпетера «Теория экономического развития». Шумпетер описывал инновации как любой из следующих пяти феноменов [Schumpeter, 1980, p. 66]: 1) внедрение нового продукта; 2) внедрение нового метода производства; 3) открытие нового рынка; 4) завоевание нового источника сырья или полуфабрикатов; 5) введение новой формы организации. Однако до 1970-х гг. научно-техническая статистика крайне редко включала данные об инновационной деятельности в соответствии с трактовкой Шумпетера. До 1970-х гг. инновации обычно характеризовались посредством косвенных показателей, важнейшими из которых были патенты и рас-

ходы промышленных предприятий на ИиР. Вскоре стало очевидно, что «инновации нельзя сводить к ИиР, которые также не являются единственным их источником... Применительно к разработке адекватной политики в области технологического развития и повышения конкурентоспособности было бы ошибочно и непродуктивно отождествлять ИиР с инновационным потенциалом» [OECD, 1984, p. 40]. К. Пэвитт (K. Pavitt), выступая в качестве консультанта ОЭСР, предложил организации подготовить четкое определение инновационной деятельности и начать ее измерение: «Статистика ИиР имеет специфические, присущие только ей ограничения... Такие обследования не учитывают все расходы на инновационную деятельность... В частности, в расчет не берутся затраты на инструментальную подготовку, конструирование, производство и маркетинг на стартовой стадии, которые зачастую бывают *необходимы* для трансформации ИиР в экономически значимые технические инновации. Не принимается во внимание и неформальная и спорадическая инновационная деятельность, осуществляемая вне формальных научных лабораторий... Они не отражают цели ИиР, например продукты или процессы... Не измеряются результаты — в виде знаний либо новых или улучшенных продуктов и производственных процессов» [OECD, 1976, pp. 2–3]<sup>19</sup>.

Пэвитт повторяет выводы важного исследования, выполненного по заказу Министерства торговли США. В Докладе Чарпи (Charpie Report), как называлось это исследование, приведено толкование и количественная оценка инновационной деятельности по пяти категориям: ИиР, инженерное проектирование, инструментальная подготовка, конструирование, производство и маркетинг [US Department of Commerce, 1967]. Отмечалось, что все эти виды деятельности ранее попадали в разряд «прочих» или «рутинных». Цифры, приведенные Министерством торговли, вскоре были оспорены [Mansfield et al., 1971, pp. 2–9], но предложенный принцип подтолкнул аналитиков и статистиков к разработке стандартизированного определения методов измерения инновационной деятельности.

В ходе работы по формированию такого определения ОЭСР столкнулась с рядом альтернативных вариантов. Во-первых, предстояло выбрать подход: рассматривать ли инновации как результат или как процесс? Или же это совокупность видов деятельности, направленных на вывод новых продуктов, процессов или услуг на рынок (Инновации с большой буквы), или это результат такой деятельности: новый продукт, новый процесс или новая услуга (инновации с маленькой буквы)<sup>20</sup>? В целях официальной статистики было принято решение понимать и измерять инновации как деятельность.

В «Руководстве Осло» первый подход назван объектным (с выделением инновации как едини-

<sup>18</sup> Например, в издании «Руководства Фраскати» 1970 г. работа с патентами была перенесена из ненаучной в смежные виды научной деятельности.

<sup>19</sup> В 1965 г. ОЭСР уже дистанцировалась от трехчастного определения инноваций Шумпетера (изобретение, инновация, имитация): «Инновации следует трактовать шире, включая все виды деятельности, связанные с улучшениями в процессах или продуктах...» [OECD, 1965, p. 5].

<sup>20</sup> Об аналогичном разграничении применительно к знаниям см.: [Machlup, 1962].

цы анализа), а второй — субъектным (единицей анализа является фирма и весь комплекс видов ее инновационной деятельности). Объектный подход выражается в непосредственном измерении инновации [OECD/Eurostat, 1997, р. 85]. Его «важное преимущество — возможность задавать вопросы на уровне проектов, в то время как в стандартных обследованиях ИиР и инновационной деятельности анкеты заполняются на уровне фирм; в результате крупные фирмы вынуждены приводить усредненные данные по нескольким проектам» [ibid., pp. 83–84]. Описываемый подход реализуется следующим образом: «на основе анализа литературы или с привлечением экспертной панели подготавливается список важных инноваций; выявляются фирмы, которые внедрились эти инновации, и им направляются анкеты для получения информации о конкретных инновациях» [Hansen, 2001, р. 222].

ОЭСР сделала выбор в пользу субъектного подхода. Объектный подход описан только в приложении к «Руководству Осло», где упоминается, что оба варианта могут применяться в комбинации; в таких случаях рекомендуется ограничить обследование наиболее значимыми инновациями, поскольку большинство организаций технически не готовы предоставлять детальную информацию. Это методологическое соображение все же сыграло лишь второстепенную роль при принятии решения. ОЭСР объявила о предпочтении субъектного подхода, поскольку именно «фирмы обеспечивают экономические результаты и имеют политическое значение» [OECD/Eurostat, 1997, р. 29]. Ее интересовали компании и рынок, но не технология сама по себе. Что еще важно, выбранный подход соответствовал практике измерения научно-технической сферы статистическими службами с 1960-х гг. Методология объектного подхода была разработана главным образом учеными-экономистами (и принадлежала им) из США [Jewkes, Sawers, Stillerman, 1958; National Bureau of Economic Research, 1962; Mansfield, 1968; 1977, pp. 221–240], британского Центра исследований научной политики (Science Policy Research Unit — SPRU)<sup>21</sup> и А. Кляйнкнехтом и его коллегами в Нидерландах [Kleinknecht, 1993, pp. 199–207; Kleinknecht, Bain, 1993; Brouwer, Kleinknecht, 1996; Santarelli, Piergiovanni, 1996; Coombs, Narandren, Richards, 1996], тогда как обследования фирм (и соответствующий субъектный подход) были типичными инструментами статистических служб<sup>22</sup>.

В рамках второго варианта следовало решить, на чем будет сфокусировано определение и каков будет его охват. В свое время Шумпетер предложил пять типов инноваций, включая организационные

и управленческие. «Руководство Осло», однако, посвящено исключительно технологическим инновациям<sup>23</sup>. Хотя во второе издание этого документа включены рыночные услуги<sup>24</sup>, ограниченный и техноцентричный взгляд на инновации в нем сохранился [Djellal, Gallouj, 1999, р. 231]. Как однажды отметил Х. Стед, технологические инновации «очевидно исключают социальные инновации» [Stead, 1976, р. 1]. Нетехнологические инновации, такие как организационные и маркетинговые изменения и финансовые инновации, в «Руководстве» упоминаются лишь мельком и только в приложениях<sup>25</sup>.

Описываемую ситуацию нельзя назвать новой. В статистических обследованиях научно-технической сферы иерархический подход преобладал со времени выхода первого издания «Руководства Фраскати». Например, промышленность считалась важнее сферы услуг, а национальные обследования ИиР первоначально охватывали лишь естественные науки и только позднее были дополнены общественными. Наконец, смежные виды научной деятельности систематически исключались из обследований. В целом существующая статистика «построена по модели “кирпичи и цемент”» [Guellec, 2001, р. 9].

И наконец, третий вариант связан с концепцией новизны. В ходе недавних национальных обследований инноваций было зафиксировано непропорционально большое число инновационных фирм. В Канаде, к примеру, более 80% обследованных компаний объявили себя инноваторами [Statistics Canada, 2001, р. 5]. Похоже, источником таких оценок является положение «Руководства Осло», трактующее новизну как нечто новое для организации, а не для рынка. Почему новизна была определена именно таким образом? Потому что «фирмам, как правило, известно, когда продукт или производственный процесс является для них новым. Но они часто не знают, являются ли эти продукты и процессы новыми для их отрасли, страны, региона или всего мира» [Hansen, 2001, р. 229].

## Заключение

Определение науки оставалось центральной проблемой статистики на протяжении более 80 лет. За этот период было принято по крайней мере четыре принципиальных решения. Первое касается толкования (и измерения) науки через научные исследования, а не на основе результатов научной деятельности (т. е. знаний). Последний вариант преобладал в академических кругах [Price, 1951, pp. 85–93; 1956, pp. 240–243; 1961; 1963; Schmookler, 1950, pp. 123–146; 1953a, pp. 407–412; 1953b, pp. 539–550; 1954, pp. 183–190] и

<sup>21</sup> Будучи частью Комитета Болтона по изучению малых предприятий (Bolton Committee of Enquiry on Small Firms), SPRU в 1967 г. инициировал гигантский проект по описанию всех значительных инноваций в Великобритании [Freeman, 1971; SAPHO Project, 1972; Rothwell et al., 1974; Henwood, Thomas, Townsend, 1980; Townsend et al., 1981; Pavitt, 1983, pp. 113–130]. Работам SPRU предшествовали исследования Картера и Вильямса. См.: [Carter, Williams, 1957; 1958].

<sup>22</sup> Австралия и Канада попытались включить в «Руководство Осло» вопросы о распространении передовых технологий, но безуспешно. В итоге верх одержали сторонники субъектного подхода. См.: [OECD, 1991, р. 6; Pattinson, 1992].

<sup>23</sup> Речь идет о первой редакции «Руководства Осло» [прим. ред.].

<sup>24</sup> За исключением здравоохранения.

<sup>25</sup> В третьем издании «Руководства» (2005) подход изменился.



лишь начинает проявляться в официальной статистике, занимающейся экономикой знаний. Второе решение связано с дефиницией собственно научных исследований как ИиР. Здесь статистики учитывают и измеряют нечто большее, чем исследования: добавлены разработки — для более полного отражения деятельности промышленных фирм и технологий, в том числе военных. Согласно третьему решению из сферы обследований были исключены смежные виды научной деятельности, пусть даже необходимые для выполнения исследований: их сочли слишком рутинными. Поэтому обследования касаются исключительно науки. Например, статистика образования (в частности, численность ученых и инженеров) собирается другими подразделениями статистических ведомств, отличными от тех, которые занимаются статистикой науки<sup>26</sup>.

Почему правительства трактуют и оценивают науку как исследования? Первая причина заключается в институционализации исследований как важнейшего феномена XX века. К 1960-м гг. для большинства крупных организаций стал очевиден вклад научных исследований в экономический рост, производительность и инновации. Многие организации начали наращивать финансирование этих видов деятельности. В результате возникла необходимость в более глубоком понимании происходящего и количественной оценке подобного рода усилий (первый шаг к статистическому измерению науки).

Вторым фактором стали процедуры и методология бухгалтерского учета. Некоторые виды деятельности измерить легко, другие — сложно; в ряде случаев есть количественные данные, в других их нет; некоторые виды деятельности легко выделить и идентифицировать, с другими сделать это на практике значительно сложнее. Чиновники решили сосредоточить внимание на ИиР, которые по методологическим причинам гораздо легче поддаются учету (затраты): измеряются научные исследования, а не их результаты (т. е. знания); научные исследования, а не (научные исследования плюс) смежные виды научной деятельности; исследования и разработки, а не научные исследования в чистом виде; исключительно систематические исследования, а не (систематические и) разовые исследования.

Это лишь две важнейшие причины. Вне всякого сомнения, свою роль сыграла вера в то, что наука всегда и автоматически приносит выгоду: отсюда акцент на процессе, а не на результатах научных исследований. Далее, необходимо было контролировать ученых; самым простым способом представлялось управление их деятельностью. Для толкования науки в качестве исследований имелась и важная историческая предпосылка — первые статистические данные, подготовленные самими учеными еще в XIX в. [Godin, 2006; 2007]. Начиная с 1870 г. и затем более систематически после 1906 г. собираемая учеными научная статистика была на-

правлена на то, что тогда называли развитием науки. Под «развитием» имелись в виду научные исследования. Статистика учитывала «ученых мужей» как исследователей, т. е. работников, производящих новые знания<sup>27</sup>.

В то время как официальная статистика пользовалась определением науки, центральным элементом которого были институционализированные ИиР, и классификацией видов исследований, основанной на очень старом разграничении исходя из спонтанной философии мудрецов (фундаментальные/прикладные исследования, к которым позднее были добавлены разработки), было предпринято несколько робких попыток расширить его. Однако ни одному из предложенных вариантов не удалось вытеснить существующую трактовку — в будущем серьезную конкуренцию ей могут составить инновации. Последняя попытка расширить сферу охвата статистики науки была предпринята 20 лет назад: началась разработка индикаторов, в первую очередь индикаторов результатов научных исследований, а также рейтингов, которые позволяли выполнять количественную оценку науки сразу по нескольким измерениям. Здесь нельзя не вспомнить, что еще в 1963 г. Иван Фабиан, активный сторонник индикаторов результативности и бывший директор Отдела статистических ресурсов (Statistical Resource Unit) ОЭСР, аргументировал важность использования таких индикаторов на совещании, где было представлено «Руководство Фраскати» [Fabian, 1963]. Он опередил свое время. Несмотря на то что в 1963 г. Комитет по научным исследованиям (Committee for Scientific Research) ОЭСР предложил пересмотреть подходы к этим вопросам [OECD, 1963, p. 6; 1965, p. 18], индикаторы результативности не использовались систематически до конца 1980-х гг. В первом издании «Руководства Фраскати» сказано: «Показатели результатов пока не достигли той стадии развития, на которой было бы возможно реализовать какие-либо предложения о стандартизации... Все такие методы измерения открыты для возражений» [OECD, 1962, p. 37]. Тем не менее в «Руководстве» были приведены два индикатора результатов: патенты и платежи за технологии. К 1981 г. в нем появилось приложение, посвященное результатам, в котором описывалось большее количество соответствующих индикаторов, а именно: инновации, патенты, платежи за технологии, торговля высокотехнологичной продукцией. Изменился и тон «Руководства». Признавая наличие нерешенных вопросов, авторы отмечали: «Проблемы в связи с использованием данных не должны привести к отказу от их использования, поскольку на данный момент это единственные данные, позволяющие измерить результаты» [OECD, 1981, p. 131]. Что действительно не претерпело изменений, так это полное отсутствие показателей социального эффекта науки. Официальные измерения науки по-прежнему ориентированы на экономику. ■

<sup>26</sup> Этот тезис автора характеризует лишь статистическую практику отдельных стран (прежде всего США) [прим. ред.].

<sup>27</sup> О сходной концепции науки как работы, ученых как работников, а научных идей как товаров, предложенной на заре социологии науки (Р.К. Мертон), см.: [King, 1971].

- Anderla G. Information in 1985: A Forecasting Study of Information Needs and Resources. Paris: OECD, 1973.
- Anthony R.N. Selected Operating Data: Industrial Research Laboratories. Boston: Harvard Business School, Division of Research, 1951. P. 3.
- Arnok K. National Accounts on R&D: The NSF Experience // NSF, Methodological Aspects of Statistics on Research and Development: Costs and Manpower. NSF 59-36. Washington: NSF, 1959. P. 58.
- Barré R. UNESCO's Activities in the Field of Scientific and Technological Statistics, BPE-97/WS/2. Paris: UNESCO, 1996.
- Bochet J.-C. The Quantitative Measurement of Scientific and Technological Activities Related to R&D Development. CSR-S-2. UNESCO, 1974. P. I.
- Bochet J.-C. The Quantitative Measurement of Scientific and Technological Activities Related to R&D Development: Feasibility Study. CSR-S-4. Paris: UNESCO, 1977. P. 5.
- Brand W. Requirements and Resources of Scientific and Technical Personnel in Ten Asian Countries. ST/S/6A. Paris: UNESCO, 1960.
- Brouwer E., Kleinknecht A. Determinants of Innovation: A Microeconomic Analysis of Three Alternative Innovation Output Indicators // A. Kleinknecht (ed.). Determinants of Innovation: the Message from New Indicators. Houndmills: Macmillan, 1996. P. 99–124.
- Bush V. Science: The Endless Frontier. North Stratford: Ayer Co. Publishers, 1945. P. 82.
- Carter C.E., Williams B.R. Industry and Technical Progress: Factors Governing the Speed of Application of Science. London: Oxford University Press, 1957. Chapter 10.
- Carter C.E., Williams B.R. Investment in Innovation. London: Oxford University Press, 1958. Chapter 5.
- Coombs R., Narandren P., Richards A. A Literature-Based Innovation Output Indicator // Research Policy. 1996. № 25. P. 403–413.
- Dearborn D.C., Kneznek R.W., Anthony R.N. Spending for Industrial Research, 1951–1952. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1953.
- Department of Reconstruction and Supply, Research and Scientific Activity: Canadian Federal Expenditures 1938–1946. Ottawa: Government of Canada, 1947.
- Djellal F., Gallouj F. Services and the Search for Relevant Innovation Indicators: A Review of National and International Surveys // Science and Public Policy. 1999. V. 26, № 4. P. 231.
- Fabian Y. Note on the Measurement of the Output of R&D Activities, DAS/PD/63.48. 1963.
- Fabricant S., Schiff M., San Miguel J.G., Ansari S.L. Accounting by Business Firms for Investments in R&D (Report Submitted to the NSF). New York: New York University, 1975.
- Freeman C. The Measurement of Scientific and Technical Activities. ST/S/15. Paris: UNESCO, 1969.
- Freeman C. The Role of Small Firms in Innovation in the United Kingdom. Report to the Bolton Committee of Enquiry on Small Firms. London: HMSO, 1971.
- Freeman C., Young A. The Research and Development Effort in Western Europe, North America and the Soviet Union: An Experimental International Comparison of Research Expenditures and Manpower in 1962. Paris: OECD, 1965.
- Gellein O.S., Newman M.S. Accounting for R&D Expenditures. New York: American Institute of Certified Accountants, 1973.
- Gerritsen J.C. et al. Government Expenditures on R&D in the United States of America and Canada, DAS/PD/63.23. Paris: OECD, 1963.
- Godin B. From Eugenics to Scientometrics: Galton, Cattell and Men of Science // Social Studies of Science. 2007. V. 37, № 5. P. 691–728.
- Godin B. On the Origins of Bibliometrics // Scientometrics. 2006. V. 68, № 1. P. 109–133.
- Godin B. The Measure of Science and the Construction of a Statistical Territory: The Case of the National Capital Region (NCR) // Canadian Journal of Political Science. 2000. V. 33, № 2. P. 333–358.
- Gostkowski Z. Integrated Approach to Indicators for Science and Technology. CSR-S-21. Paris: UNESCO, 1986. P. 2.
- Guellec D. New Science and Technology Indicators for the Knowledge-Based Economy: Opportunities and Challenges // STI Review. 2001. № 27. P. 9.
- Hansen J.A. Technology Innovation Indicator Surveys // J.E. Jankowski, A.N. Link, N.S. Vonortos (eds.). Strategic Research Partnerships. Proceedings from an NSF Workshop. NSF 01–336. Washington: National Science Foundation, 2001. P. 222.
- Henwood E., Thomas G., Townsend J. Science and Technology Indicators for the UK: 1945–1979 // Methodology, Problems and Preliminary Results. STIC/80.39. 1980.
- Jewkes J., Sawers D., Stillerman R. The Sources of Invention. St-Martin's Press, 1958.
- King M.D. Reason, Tradition, and the Progressiveness of Science // History and Theory. 1971. № 10. P. 3–32.
- King Research Inc. Statistical Indicators of Scientific and Technical Communication: 1960–1980 (three volumes). Washington: National Science Foundation, 1976.
- Kleinknecht A. Towards Literature-Based Innovation Output Indicators // Structural Change and Economic Dynamics. 1993. V. 4, № 1. P. 199–207.
- Kleinknecht A., Bain D. New Concepts in Innovation Output Measurement. London: Macmillan, 1993.
- Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States. Princeton: Princeton University Press, 1962.
- Mansfield E. et al. Social and Private Rates of Return From Industrial Innovations // Quarterly Journal of Economics. 1977. P. 221–240.
- Mansfield E. Industrial Research and Technological Innovation. New York: Norton, 1968.
- Messman K. A Study of Key Concepts and Norms for the International Collection and Presentation of Science Statistics. COM-75/WS/26. UNESCO, 1977.
- Murphy D. Statistics on Scientific and Technical Information and Documentation. PGI-79/WS/5. Paris: UNESCO, 1979.
- Narin F. et al. The Development of Science Indicators in the United States // B. Cronin, H. B. Atkins (eds.). The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield. Medford: Information Today Inc., 2000. P. 337–360.
- Narin F. Evaluative Bibliometrics: The Use of Publication and Citation Analysis in the Evaluation of Scientific Activity. Washington: National Science Foundation, 1976.
- National Bureau of Economic Research. The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton: Princeton University Press, 1962.
- National Federation of Abstracting and Indexing Services. Science Literature Indicators Study. Washington: National Science Foundation, 1975.
- National Resources Committee. Research: A National Resource (I): Relation of the Federal Government to Research. Washington: USGPO, 1938.
- National Science Board. Minutes of the 159th Session, 18–19 October 1973.
- NSF. Federal Funds for R&D and Other Scientific Activities: Fiscal Years 1976, 1977, 1978, 78-300. Washington: National Science Foundation, 1978.
- NSF. Funds for R&D: Industry 1957, NSF 60-49. Washington: National Science Foundation, 1960. P. 97–100.
- NSF. Funds for Scientific Activities in the Federal Government, Fiscal Years 1953 and 1954. NSF-58-14. Washington: National Science Foundation, 1958.
- NSF. Publication of Basic Research Findings in Industry, 1957-1959. NSF 61-62. Washington: National Science Foundation, 1961.
- NSF. Research and Development in Industry, NSF 60-49. Washington, 1957.
- NSF. Science and Engineering Indicators. Washington, 1977. P. 59–63.
- NSF. Science Indicators: 1972. Washington: National Science Foundation, 1973.
- OECD Frascati Manual. The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development. DAS/PD/62.47. Paris: OECD, 1962. P. 13.

- OECD Frascati Manual. The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development. Paris: OECD, 1981.
- OECD. Collection of Statistical Data on STI. DAS/SPR/73.94 (A). Paris: OECD, 1973a.
- OECD. Committee for Scientific Research: Minutes of the 11th Session. SR/M (64) 3. Paris: OECD, 1964c. P. 11.
- OECD. Committee for Scientific Research: Minutes of the 13th Session. SR/M (65) 2. Paris: OECD, 1965. P. 18.
- OECD. Committee for Scientific Research: Programme of Work for 1965. SR (64) 33. Paris: OECD, 1964a.
- OECD. Committee for Scientific Research: Programme of Work for 1966. SR (65) 42. Paris: OECD, 1964b.
- OECD. Compte-rendu succinct de la réunion d'experts nationaux pour l'examen du projet de "Manuel Innovation". DSTI/STII/IND/STPM (91) 1. Paris: OECD, 1991. P. 6.
- OECD. Economics of Information. DAS/STINFO/73.18. Paris: OECD, 1973b. P. 3.
- OECD. Economics of Science and Technology. SR (63) 33. Paris: OECD, 1963. P. 6.
- OECD. Future Work on R&D Statistics. SP(67)16. Paris: OECD, 1967. P. 9.
- OECD. Notes on the Meeting of Countries Collecting Statistics on Resources Devoted to STI. DAS/STINFO/72.22. Paris: OECD, 1972.
- OECD. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (Oslo Manual). DSTI/STII/IND/STP (91) 3. Paris: OECD, 1992.
- OECD. Report of the Ad Hoc Review Group on R&D Statistics. STP(73)14. Paris: OECD, 1973c. P. 22–23.
- OECD. Response by the Secretariat to the Questions of the Ad Hoc Group. DSTI/SPR/77.52. Paris: OECD, 1977. P. 16.
- OECD. Science, Technology and Competitiveness: Analytical Report of the Ad Hoc Group. STP (84) 26. Paris: OECD, 1984. P. 40.
- OECD. Summary Record of the First Meeting of the Steering Group on Indicators for Scientific and Technical Information. DAS/STINFO/74.28. Paris: OECD, 1974.
- OECD. Survey of STI Activities. DAS/SPR/68.35. Paris: OECD, 1968. P. 2.
- OECD. The Measurement of Innovation-Related Activities in the Business Enterprise Sector. DSTI/SPR/76.44. Paris: OECD, 1976. P. 2–3.
- OECD. The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of STI Activities. DAS/STINFO/69.9. Paris: OECD, 1969.
- OECD/Eurostat. The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (Oslo Manual). Paris, 1997. P. 85.
- Pattinson B. Proposed Contents of an Addendum Dealing with Surveys of Manufacturing Technology, DSTI/STII/STP/NESTI (92) 9. Paris: OECD, 1992.
- Pavitt K. Characteristics of Innovative Activities in British Industry // Omega. 1983. № 11. P. 113–130.
- Perazich G., Field P.M. Industrial Research and Changing Technology. Works Projects Administration, National Research Project, report № M-4. Pennsylvania: Philadelphia, 1940.
- President's Scientific Research Board (PSRB). Science and Public Policy. Washington: USGPO, 1947.
- Price D.S. Little Science, Big Science. New York: Columbia University Press, 1963.
- Price D.S. Quantitative Measures of the Development of Science // Archives Internationales d'Histoire des Sciences. V. 5. 1951. P. 85–93.
- Price D.S. Science Since Babylon. New Haven: Yale University Press, 1961.
- Price D.S. The Exponential Curve of Science // Discovery. 1956. № 17. P. 240–243.
- Public Law 97-375 (1982).
- Rothwell R. et al. SAPHO updated: Project SAPHO Phase II // Research Policy. 1974. P. 258–291.
- Rubin M.R., Huber M.T. The Knowledge Industry in the United States. Princeton: Princeton University Press, 1984.
- Santarelli E., Piergiovanni R. Analyzing Literature-Based Innovation Output Indicators: the Italian Experience // Research Policy. 1996. № 25. P. 689–711.
- SAPHO Project. Success and Failure in Industrial Innovation: A Summary of Project SAPHO. London: Centre for the Study of Industrial Innovation, 1972.
- Schmookler J. Patent Application Statistics as an Index of Inventive Activity // Journal of the Patent Office Society. 1953b. V. 35, № 7. P. 539–550.
- Schmookler J. The Interpretation of Patent Statistics // Journal of the Patent Office Society. 1950. V. 32, № 2. P. 123–146.
- Schmookler J. The Level of Inventive Activity // Review of Economics and Statistics. P. 183–190.
- Schmookler J. The Utility of Patent Statistics // Journal of the Patent Office Society. 1950. V. 34, № 6. P. 407–412.
- Schumpeter J.A. The Theory of Economic Development. London: Oxford, 1980. P. 66.
- Shapin S. The Invisible Technician // American Scientist. 1989. V. 77. P. 554–563.
- Statistics Canada. Innovation Analysis Bulletin, 88-003, 3 (2), 2001. P. 5.
- Stead H. The Measurement of Technological Innovation. DSTI/SPR/76.44/04. Paris: OECD, 1976. P. 1.
- Townsend J. et al. Science Innovations in Britain Since 1945. SPRU Occasional Paper series, №16. Brighton: SPRU, 1981.
- UNESCO. Considerations on the International Standardization of Science Statistics. COM-72/CONF.15/4. Paris: UNESCO, 1972. P. 14.
- UNESCO. General Surveys Conducted by UNESCO in the Field of Science and Technology. NS/ROU/132. Paris: UNESCO, 1968a.
- UNESCO. Guide to Statistics on Science and Technology (3rd edition). ST.84/WS/19. Paris: UNESCO, 1984a.
- UNESCO. Guide to Statistics on Scientific and Technological Information and Documentation (STID). ST-84/WS/18. Paris: UNESCO, 1984.
- UNESCO. Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities. ST-84/WS/12. Paris: UNESCO, 1984b. P. 6.
- UNESCO. Manual for Surveying National Scientific and Technological Potential. NS/SPS/15. Paris: UNESCO, 1970. P. 21.
- UNESCO. Meeting of Experts on the Improvement of the Coverage, Reliability, Concepts, Definitions and Classifications in the Field of Science and Technology Statistics. ST.94/CONF.603/12, Paris: UNESCO, 1994. P. 2–3.
- UNESCO. Meeting of Experts on the Methodology of Data Collection on STID Activities, 1–3 October 1985, Background Paper. ST-85/CONF.603/COL.1. Paris: UNESCO, 1985. P. 26–29.
- UNESCO. Problems Encountered in the Development of a Standard International Methodology of Science Statistics. UNESCO/CS/0666.SS-80/5. Paris: UNESCO, 1966b. P. 3.
- UNESCO. Provisional Guide to the Collection of Science Statistics. COM/MD/3. Paris: UNESCO, 1968b. Chapter 1.
- UNESCO. Provisional Guide to the Collection of Science Statistics. COM/MD/3. Paris: UNESCO, 1986. P. 6.
- UNESCO. Recommendation Concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology. Paris: UNESCO, 1978.
- UNESCO. Science Statistics in Relation to General Economic Statistics: Current Status and Future Directions. UNESCO/COM/CONF.22/2. Paris: UNESCO, 1969. P. 9.
- UNESCO. Science Statistics in UNESCO. UNESCO/CS/0666.SS-80/3. Paris: UNESCO, 1966a. P. 3.
- US Department of Commerce. Technological Innovation: Its Environment and Management, Washington: USGPO, 1967.
- Usher A.B. Technical Change and Capital Formation / NBER. Capital Formation and Economic Growth. Princeton: Princeton University Press, 1955. P. 523–550.
- Wood H. Some Landmarks in Future Goals of Statistics on R&D // Methodological Aspects of Statistics on Research and Development: Costs and Manpower. NSF 59-36. Washington, 1959. P. 52.

**Источники финансирования науки и инноваций** – первичные источники денежных средств на выполнение научных исследований и разработок и осуществление инновационной деятельности. Источники финансирования науки и инноваций определяются по критерию прямой передачи от заказчика исполнителю средств, изначально предназначенных и фактически использованных на эти цели, в отношении текущих и капитальных затрат.

В составе источников финансирования статистика рассматривает: собственные средства организаций, выполняющих научные исследования и разработки или осуществляющих инновации (из прибыли либо за счет себестоимости производимых товаров, работ, услуг); средства бюджетов всех уровней, в том числе федерального, бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов, получаемые организацией непосредственно либо по договорам с заказчиком; средства внебюджетных фондов (Российского фонда технологического развития, фондов регионального развития, отраслевых и межотраслевых внебюджетных фондов научных исследований и экспериментальных разработок, государственных экологических фондов субъектов Российской Федерации и др.); иностранные источники, т. е. средства, получаемые организацией (предприятием) от юридических и физических лиц, находящихся вне политических границ государства, а также от международных организаций. К иностранным источникам помимо средств международных организаций относятся еще средства государственных организаций и организаций предпринимательского сектора зарубежных стран, прочих зарубежных организаций (организаций образования, фондов, некоммерческих организаций).

В качестве источников финансирования научных исследований и разработок статистика также учитывает средства других организаций различных секторов науки: государственного, предпринимательского, высшего образования, некоммерческих организаций. Высшие учебные заведения дополнительно отчитываются о финансировании научных исследований и разработок (в том числе на кафедрах), произведенном за счет общих бюджетных ассигнований на содержание вуза.

Исследования и разработки, выполняемые по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники, финансируются из средств бюджета (в том числе выделяемых отчитывающимся организациям Федеральным агентством по науке и инновациям) и внебюджетных источников.

Заемные средства (банковские, коммерческие кредиты и др.), предоставляемые на возвратной основе, в качестве первичных источников финансирования не рассматриваются. F

*Материал подготовлен Т.В. Ратай*

Гохберг Л.М. Статистика науки. М.: ТЕИС, 2003. С. 433–434.



**FORESIGHT** – an analytical journal that was established by the State University – Higher School of Economics (HSE) and is administered by the HSE Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK), located in Moscow, Russia. The mission of the journal is to support the creation of Foresight culture in Russia through the dissemination of the best Russian and international practices in the field of future-oriented innovation development. It also provides a framework for discussion of S&T trends and policies. The following key issues are addressed:

- Foresight methodologies
- Results of Foresight studies performed in Russia and abroad
- Long-term priorities of social, economic and S&T development
- S&T and innovation trends and indicators
- S&T and innovation policies
- Strategic programmes of innovation development at national, regional, sectoral and corporate levels
- Master-classes demonstrating efficient methodologies and the best practices of S&T analyses and Foresight
- Glossary on state-of-the-art methodologies
- Interviews with renowned Russian and foreign experts.

# FORESIGHT

analytical journal

*Editor-in-Chief*

**Leonid Gokhberg**, First Vice-rector, HSE, and Director, ISSEK

## EDITORIAL BOARD

**Tatiana Kuznetsova** (HSE, Russia)

**Elena Penskaya** – deputy editor-in-chief (HSE, Russia)

**Mikhail Rychev** (Russian Scientific Centre «Kurchatov Institute»)

**Alexander Sokolov** – deputy editor-in-chief (HSE, Russia)

## EDITORIAL COUNCIL

**Laurent Bach** (BETA, University Louis Pasteur Strasbourg, France)

**Andrey Belousov** (Government of the Russian Federation)

**Mario Cervantes** (OECD Directorate for Science, Technology and Industry)

**Michael Keenan** (Manchester University, UK)

**Alexander Khlunov** (Ministry of Education and Science of the Russian Federation)

**Andrey Klepach** (Ministry of Economic Development of the Russian Federation)

**Mikhail Kovalchuk** (Russian Scientific Centre «Kurchatov Institute»)

**Yaroslav Kuzminov** (HSE, Russia)

**Ian Miles** (Manchester University, UK)

**Sergey Polyakov** (Foundation for Assistance to Small Innovative Enterprises, Russia)

**Ricardo Seidl da Fonseca** (UNIDO)

**Klaus Schuch** (Zentrum für Soziale Innovation, Austria)

**Glenn E. Schweitzer** (US National Academy of Sciences)

The target audience of this journal comprises policy-makers, businessmen, expert community, research scholars, university professors, post-graduates, undergraduates and others who are interested in S&T and innovation analyses, Foresight and policy issues.

The thematic focus of this journal makes it a unique Russian language publication in this field. **FORESIGHT** is published quarterly and distributed in Russia, CIS countries, and abroad.



State University –  
Higher School of Economics  
Institute for Statistical Studies and  
Economics of Knowledge

**Our address:**

State University – Higher School of Economics,  
18, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russia

**Tel:** +7 (495) 621-28-01

**E-mail:** [foresight-journal@hse.ru](mailto:foresight-journal@hse.ru)

**Web:** <http://foresight.hse.ru>

# CONTENTS

issue № 2 (2009)

## STRATEGIES

- 4 **Innovation Strategy of South Africa under Transition: Technology in the Time of Cholera**

*Michael Kahn*

- 15 **Indicators**

## INNOVATION AND ECONOMY

- 16 **Culture and Innovation: Approach to the Problem**

*Nadezhda Lebedeva, Evgeny Yasin*

- 27 **Indicators**

- 28 **Innovation in the Russian Economy: Stagnation before Crisis?**

*Leonid Gokhberg, Irina Kouznetzova*

- 47 **Indicators**

## SCIENCE

- 48 **What is Science? Defining Science by Numbers, 1920-2000**

*Benoît Godin*

- 61 **Indicators**

## IMAGES OF THE FUTURE

- 62 **Future is a Carefully Neutralized Present**

*Andrey Vaganov*

- 65 **The Last Working Day**

*Liubov Khabarova*

## PRESENTATION

- 72 **The HSE X International Academic Conference on Economic and Social Development**

- 78 **GLOSSARY**

- 79 **INFORMATION about the Journal in English**

- 81 **OUR AUTHORS**

# CONTENTS

issue № 3 (2009)

## EDITORIAL

- 5 **New Trends in Russian Foresight Research Practice**

*Leonid Gokhberg*

## RUSSIAN LONG-TERM S&T FORESIGHT 2025

- 6 **From Planning to Scenario Building of the Future**

*Interview with Alexander Khlunov*

- 12 **Scenarios of the Global and Russian Economic Development as a Basis for S&T Forecasting**

*Alexander Apokin, Dmitry Belousov*

- 30 **Forecast of S&T Development Prospects of the Key Economy Sectors in Russia: Future Tasks**

*Alexander Chulok*

- 37 **Indicators**

- 40 **Future of S&T: Delphi Survey Results**

*Alexander Sokolov*

## EXPERT OPINIONS

- 38 **A Dynamic Platform for Dialogue**

*Mikhail Alfimov*

- 39 **Interdisciplinary Nature of Foresight**

*Mikhail Kirpichnikov*

- 59 **Foresight as a Navigator**

*Vladimir Fortov*

## MASTER CLASS

- 60 **Technology Foresight: International Experience**

*Michael Keenan*

## SCIENCE

- 68 **What is Science? Defining Science by Numbers, 1920-2000 (part 2)**

*Benoît Godin*

- 82 **GLOSSARY**

- 83 **INFORMATION about the Journal in English**

- 85 **OUR AUTHORS**

## НАШИ АВТОРЫ

---

**Алфимов Михаил  
Владимирович**

Директор Центра фотохимии РАН, председатель Научно-технического совета ГК «РоснаноТех»

**Апокин Александр  
Юрьевич**

Эксперт Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования

**Белоусов Дмитрий  
Рэмович**

Заведующий лабораторией Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, руководитель направления Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования

**Годэн Бенуа**

Сотрудник Центра урбанизации, культуры и общества Национального института научных исследований (Канада)

**Гохберг Леонид  
Маркович**

Первый проректор ГУ–ВШЭ, директор Института статистических исследований и экономики знаний ГУ–ВШЭ

**Кинэн Майкл**

Научный сотрудник Института инновационных исследований Университета Манчестера (Великобритания), эксперт Директората по науке, технологиям и промышленности ОЭСР

**Кирпичников Михаил  
Петрович**

Декан биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, председатель Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации

**Соколов Александр  
Васильевич**

Заместитель директора Института статистических исследований и экономики знаний ГУ–ВШЭ, директор Международного научно-образовательного Форсайт-центра ГУ–ВШЭ

**Фортов Владимир  
Евгеньевич**

Академик-секретарь Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, директор Института теплофизики экстремальных состояний Объединенного института высоких температур РАН

**Хлунов Александр  
Витальевич**

Заместитель Министра образования и науки Российской Федерации

**Чуллок Александр  
Александрович**

Руководитель направления Межведомственного аналитического центра

