

УДК 001.5/.8.003

## Ориентированные фундаментальные исследования и система научно-технического прогнозирования

Е. Р. Рудцкая, С. А. Цыганов

*ЕЛЕНА РОБЕРТОВНА РУДЦКАЯ — кандидат технических наук, начальник отдела Российского фонда фундаментальных исследований. Область научных интересов: ориентированные фундаментальные исследования, управление знаниями, инновационный менеджмент.*

*СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЦЫГАНОВ — доктор физико-математических наук, начальник управления Российского фонда фундаментальных исследований. Область научных интересов: стратегическое управление фундаментальными исследованиями и разработками, инновационный менеджмент.*

119991 Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, д. 32-а, РФФИ, тел. (495)938-54-20, факс (495)938-56-09, E-mail: rer@rfbr.ru

### Введение

Характерной чертой современного мирового хозяйственного развития является переход ведущих стран к построению новой экономики, базирующейся преимущественно на генерации, распространении и использовании знаний. Уникальные навыки и способности, умение адаптировать их к постоянно меняющимся условиям деятельности, высокая квалификация становятся ведущим производственным ресурсом, главным фактором материального достатка и общественного статуса личности и организации.

Современная наука все больше уходит в такие области исследований, как био- и нанотехнологии [1]. Это неудивительно, так как изучение скрытых механизмов функционирования генов, иммунной системы, клеток и тканей является необходимым условием для создания новых лекарственных препаратов, методов и технологий медицины, борьбы с вирусными заболеваниями, такими как СПИД и ВИЧ, гепатитом, раком и др. Биотехнологии позволяют создавать новые сорта растений и животных, которые отличаются от своих естественных сородичей повышенной устойчивостью к болезням, более высокими пищевыми и вкусовыми качествами. Создание новых технологий и материалов для строительства, оборонных целей, химической и текстильной промышленности является необходимым условием экономического развития страны. Инвестиции в интеллектуальный капитал превращаются в наиболее эффективный способ размещения ресурсов. Нематериальные активы занимают все большую долю в средствах фирм и корпораций.

В 2005—2006 годах в российской науке бурно обсуждались возможности получения ярких научных результатов и их использования при создании прорывных технологий, новых материалов и услуг в новой экономике России.

В эти годы в Российской Федерации появились важные примеры активизации инновационной деятельности. Так, в Томской области [2] на реализацию инновационной программы за три года было направлено около 1 млрд. рублей, при этом вклад федерального бюджета составил 400 млн. рублей, областного бюджета — 131 млн. рублей, остальные средства были привлечены из внебюджетных источников. Сформирована и реализована межведомственная программа «Разработка и реализация модели территории иннова-

ционного развития на примере Томской области» на 2006—2008 годы. Фактически созданы основные элементы инновационной инфраструктуры на новаторской основе; решены методологические задачи. Это позволило Томской области занять лидирующую позицию в инновационной сфере. Благодаря реализации программы подготовлена основа для тиражирования томского опыта в других регионах страны, что важно для решения одного из ключевых вопросов экономики России — повышения инновационной активности предприятий. Ряд томских организаций в 2005 году увеличил объем экспортной продукции на 70—80%. Подготовлен и согласован в Правительстве РФ второй этап реализации межведомственной программы, рассчитанный на 2006—2008 годы. Уже в текущем году финансирование этого направления составит примерно 1 млрд. рублей.

Таким успехам способствовали и меры, принятые Правительством РФ [3]:

— подписание Постановления Правительства РФ № 685 «О распоряжении правами на результаты научно-технической деятельности» от 17 ноября 2005 года;

— утверждение 21 мая 2006 года Президентом РФ В.В. Путиным «Приоритетных направлений развития науки, технологий, техники в РФ»;

— принятие межведомственной комиссией по научно-инновационной деятельности «Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации до 2015 года»;

— обсуждение в сентябре 2006 года Правительством РФ Программы развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий и наноматериалов до 2015 года;

— утверждение 4-ой главы Гражданского Кодекса РФ «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации».

Для развития инфраструктуры инновационной деятельности в России чрезвычайное значение имеют принятие федерального закона № 116-ФЗ от 22 июля 2005 года «Об особых экономических зонах в РФ» и государственной программы «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий».

Особую роль в обеспечении инновационного роста России должна сыграть «Стратегия Российской Федерации в области развития науки и инноваций на период до 2015 года» [3].

Стратегия направлена на разрешение системного противоречия между темпами развития и структурой российского сектора исследований и разработок, потребностями системы обеспечения национальной безопасности и растущим спросом на передовые технологии со стороны ряда сегментов предпринимательского сектора. Доля финансирования научных исследований и разработок гражданского назначения будет возрастать и к 2010 году увеличится вдвое по отношению к уровню 2002 года — с 2 до 4% от ВВП.

Всего в 2007—2012 годах предусматривается выделение 194,89 млрд рублей, в том числе за счет средств федерального бюджета — 133,83 млрд рублей, из них на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы — 128,39 млрд рублей; на капитальные вложения — 5,44 млрд рублей; средства внебюджетных источников — 61,06 млрд рублей. Объем и источники финансирования ежегодно уточняются при формировании федерального бюджета на соответствующий год. Особое внимание уделяется системному подходу к формированию национальной инновационной системы: развитию инфраструктуры, созданию элементов консалтинговой инфраструктуры и центров международного сотрудничества.

По итогам реализации ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002—2006 годы выполнены следующие задачи.

Сформирована система определения приоритетов для государственной поддержки в научно-технологической сфере и обеспечена консолидация средств федерального бюджета на этих направлениях.

Отработаны механизмы сквозной поддержки инновационных проектов на всех стадиях инновационного цикла «генерация знаний—разработка технологий—коммерциализация технологий».

Создана организационная система принятия решений, обеспечивающая согласование интересов государства, частного бизнеса и науки в реализации национальных приоритетов технологического развития.

Работы в указанных направлениях будут продолжены в рамках новой ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2012 годы».

Научной общественностью обсуждался широкий круг вопросов. Научно-экспертный совет при Председателе Совета Федерации выпустил сборник по проблемам охраны и использования интеллектуальной собственности на внутреннем и мировом рынках в январе 2006 года. По распоряжению администрации Президента РФ (№ 723 от 09 июня 2005 г.) была создана межведомственная группа, которая подготовила концепцию федерального закона «О передаче технологий» и более 20 законопроектов о развитии научно-технологической и инновационной деятельности [4]. На 6-ом Московском международном салоне инноваций и инвестиций в рамках конференции государств Содружества по инновационному сотрудничеству обсужден проект межгосударственной Программы инновационного развития государств — участников СНГ на период до 2015 года. Центр экономических исследований и распространения экономической информации «Открытая экономика» ([www.opes.ru](http://www.opes.ru), [www.sciencrf.ru](http://www.sciencrf.ru))

провел в 2006 году цикл семинаров — экспертных обсуждений, посвященных вопросам развития российской науки, в том числе вопросам повышения эффективности государственного сектора исследований и разработок.

Решение этих вопросов важно для формирования сбалансированного сектора исследований и разработок и эффективной инновационной системы, обеспечивающих технологическую модернизацию экономики и повышение ее конкурентоспособности на основе передовых технологий и превращение научного потенциала в один из основных ресурсов устойчивого экономического роста.

### **Инновационная стратегия развития экономики России**

Развитие научно-технической и инновационной сферы в России невозможно без изменения всей системы выделения приоритетов государственного финансирования НИОКР, формирования новых экономических и финансовых стимулов научно-технической деятельности [5]. Некоторые новые явления и тенденции уже достаточно прочно закрепились в российской научной политике, но до создания целостной и эффективно работающей системы еще очень далеко.

Анализ развития высоких технологий в мире позволяет сформулировать необходимые предпосылки для реализации инновационной стратегии развития экономики. Инновационная стратегия должна опираться на долговременную и эффективную научно-промышленную политику государства и обеспечивать развитие и поддержание на высоком уровне инновационной активности всей общественной системы и отдельного гражданина. Стратегия предусматривает развитие современной фундаментальной науки и ее передовых школ по ключевым направлениям научно-технического прогресса, прикладных исследований для доведения результатов фундаментальной науки до практического применения; эффективных рыночных и государственных механизмов распространения научно-технических достижений, их широкомасштабного использования для продвижения новых готовых товаров и услуг на внутренний и внешний рынки.

Перевод экономики на инновационный путь развития в условиях резкого возрастания числа хозяйствующих субъектов с негосударственной формой собственности должен предполагать государственное стимулирование их участия в научно-инновационных процессах. Государство должно активно формировать, регулировать и поддерживать наиболее эффективные механизмы возникновения, распространения и использования инноваций в экономике.

Система финансирования развития науки находится пока в стадии формирования, она еще должна выработать концептуальные положения, целевые ориентиры, меры законодательного регулирования (в том числе защиты прав интеллектуальной собственности), порядок ресурсного обеспечения и др. У нас пока не найден четкий и эффективный механизм экономического стимулирования процессов создания и распространения нововведений. Под экономическим механизмом научно-технологической сферы обычно понимаются средства, методы и организации, с помощью которых осуществляется инновационная деятельность — самовоспроизводящийся и самоподдерживающийся процесс создания, распространения и ис-

пользования в производстве научно-технических и технологических достижений.

Главными побудительными мотивами научно-технологического развития являются возрастающие потребности общества в разнообразных новых продуктах с более высокими потребительскими свойствами и стремление к сокращению затрат труда, временных, материально-сырьевых и иных видов ресурсов на единицу стоимости продукции. Обе эти функции диалектически взаимосвязаны. С одной стороны, развитие науки и технологий влечет не только рост объемов производства, но и его совершенствование, структурную трансформацию, подъем экономики на новую качественную ступень, в соответствии с нарастанием сложности производства и нематериальных запросов общества (социально-культурных, информационных, интеллектуальных и т.д.). С другой стороны, экономический механизм рыночного хозяйства по закону экономии общественного труда повышает эффективность производства. Это означает, во-первых, главенство ресурсосбережения в широком понимании — как экономии времени, труда, капитала, рационального использования дефицитных и наиболее дорогих материалов; во-вторых, удовлетворение требований рынка; в-третьих, получение производителем максимальной прибыли.

Инновационная деятельность через создание принципиально новых продуктов, процессов и технологий расширяет возможности выхода на мировой рынок товаров и услуг, привлекает в сферу науки и производства прямые инвестиции, в том числе иностранные, дает реальный экономический и социальный эффект. Параллельно с созданием собственных разработок необходим импорт и освоение передовых зарубежных технологий. Но основой технологического развития все-таки должны быть отечественные научно-технические достижения, лучше учитывающие специфику и потребности российской экономики, обеспечивающие рост интеллектуального потенциала и экономическую независимость страны.

Для развития высокотехнологичного сектора экономики уже сегодня в повестку дня необходимо поставить вопрос о стратегии развития наукоемкого сектора и смежных с ним отраслей. Постановка этой задачи предполагает формирование межведомственной системы прогнозирования на базе институтов РАН и ряда отраслевых государственных научных центров. Основной целью функционирования этой межведомственной системы должна стать разработка и реализация стратегии *трансформации* уже сформировавшейся совокупности наиболее жизнеспособных и эффективных высокотехнологичных предприятий (оборонных и гражданских) в единую национальную инновационную научно-техническую систему, ориентированную на разработку, производство, продажу и обслуживание передовых технологий с долгосрочной перспективой реализации продукции на мировых рынках. Как при обсуждении, так и при выработке решений по указанным вопросам использовался обширный зарубежный опыт.

#### **Опыт формирования научно-технической политики и прогнозирования в зарубежных странах**

В период 80—90 гг. прошлого века в США, благодаря мерам, принятым законодательной и исполнительной властью, сформировалась система для подде-

ма национального научно-технического потенциала и поддержания высоких темпов экономического роста. Для развивающейся экономики России особое значение имеют программы «Инновационные исследования в малом бизнесе» и «Передача технологий в малом бизнесе» (SBIR и STTR).

В эти годы отмечалось 25-летие принятия в США закона Бея—Доула (названного по имени двух сенаторов, инициировавших этот закон), положившего начало широкому использованию достижений науки. Российская общественность с удовлетворением отмечает, что многие положения Постановления № 685 от 17 ноября 2005 года отражают те же важные положения о закреплении и передаче хозяйствующим субъектам прав на результаты научно-технической деятельности, финансируемой за счет средств федерального бюджета. В то же время в США был принят и закон Стивенсона—Уайдлера, регламентирующий передачу технологий из государственных учреждений в промышленность. Эти два закона имели чрезвычайное значение для экономики США. Аналога закона Стивенсона—Уайдлера в России нет [5].

За прошедшие десятилетия Европейский Союз (ЕС) также достиг значительных успехов в развитии экономической и политической интеграции и планирует построить в ЕС к 2010 году самую конкурентоспособную в мире и динамичную экономику, основанную на знаниях.

Формально не существует единой европейской политики в области инноваций. Инновационная политика государств — членов ЕС и самого союза осуществляется параллельно и не обязательно составляют единое целое. Однако деятельность ЕС в сфере исследований и инноваций направлена на усиление сотрудничества между странами в рамках программ научных исследований и технологий, например, научно-исследовательские проекты, финансируемые из бюджета ЕС, должны всегда иметь партнеров, по крайней мере, из двух разных стран ЕС.

Значительным достижением инновационной политики стран Европы стала «Лиссабонская стратегия», принятая ЕС в 2000 году. Эта декларация впервые сформулировала инновационную политику Европы. «Лиссабонская стратегия» направлена на развитие «экономики знаний» в Европе посредством поощрения исследований, улучшения политики в области образования, развития информационных технологий и создания благоприятного инновационного климата.

Европейская инновационная политика получила дальнейшее развитие на встрече на высшем уровне в Барселоне в марте 2002 года. Именно там лидеры стран ЕС приняли решение об увеличении инвестиций в НИОКР по отношению к ВВП с 1,9% в 2000 году до 3% в 2010 году. Был издан ряд информационных документов, в которых активно поддерживались общие направления, а также разъяснялось содержание реформ инновационной политики. Эти направления определили четыре блока мероприятий.

Первый блок мероприятий направлен на координацию усилий внутри стран ЕС. Предполагается создание ряда «Европейских технологических платформ» для объединения основных участников инновационной системы — исследовательских организаций, промышленности, государственных регулирующих орга-

нов, потребителей и т.д. с целью создания, развития и использования ключевых технологий.

Второй блок мероприятий направлен на совершенствование государственной поддержки в области исследований и технологических инноваций. Чтобы осуществлять инвестирование в европейские исследования, предприятия должны сформировать достаточное количество исследовательских коллективов, а государственные НИИ — непосредственно взаимодействовать с промышленными предприятиями при эффективной финансовой поддержке государства.

Третий блок мероприятий определяет обязательное увеличение объема государственного финансирования исследований, реализацию бюджетной политики, направленной на создание благоприятного инвестиционного климата в отношении приоритетных научных исследований, что является залогом устойчивого развития в будущем. Эти мероприятия направлены на поддержку и всесторонний контроль над расходованием государственного бюджета на поддержку промышленности в рамках Программы государственной помощи и других государственных актов.

Четвертый блок мероприятий призван улучшить условия для исследований и технологических инноваций в Европе: это защита прав интеллектуальной собственности, регулирование товарных рынков и связанных с этим стандартов, правил конкуренции, фи-

нансовых рынков, улучшение налоговых процедур, методов учета объектов и процесса исследований руководством компаний и представления отчетной информации.

Последние годы характеризуются усилением работ по анализу перспективных технологий (Future — Oriented Technology Analysis— FTA). В сентябре 2006 года в г. Севилья (Испания) состоялась 2-ая Международная конференция, посвященная FTA. Термин FTA близок к широко известному направлению научных исследований — Форсайту (от английского Foresight — предвидение). Признанными достоинствами Форсайта явились разработанные в прошлое десятилетие методологии оценок технологий. Правительства многих стран и крупные компании приняли на вооружение эти методологии и создали соответствующие организационные структуры для их реализации [6].

Работы в рамках Форсайта начинались сначала на национальном уровне. Германия, Франция, Великобритания и Нидерланды предприняли такие действия с начала 1990-х. Австрия, Ирландия, Португалия и Швеция недавно завершили очередные этапы. Греция только начинает осуществление программ Форсайта, Дания проводит повторные исследования (табл. 1).

Методы предвидения имеют национальную, региональную или определенную секторную составляющую. Они строятся на научных основах, например, методе

Таблица 1

**Организации европейских стран, проводящие исследования в рамках программы Форсайт [6]**

Австрия	Институт технологических прогнозов (Institute of Technology Assessment) Дельфы и отчет 2013 (Delphi and 2013 Report)
Бельгия	Форсайт на федеральном уровне (Foresight at Federal level)
Болгария	Прикладные исследования и основы связи (Applied Research and Communications Fund)
Кипр	Сельскохозяйственный исследовательский институт (The Agricultural Research Institute)
Чешская республика	Технологический центр академии наук (Technology centre of the Academy of Sciences)
Дания	Министерство науки, технологии и инноваций (Ministry of Science, Technology and Innovation)
Эстония	Институт балтийских исследований (Institute for Baltic Studies)
Финляндия	Министерство ремесел и промышленности (Ministry of Trade and Industry) Финляндия 2015 (FinnSight 2015)
Франция	Будущие технологии ("FutuRIS"Technologies-clis 2005)
Германия	Инициативы будущего (The FUTUR initiative)
Греция	Программа развития Греции (The Greek Foresight Programme)
Венгрия	Национальный центр исследований и технологий (National Office of Research and Technology)
Ирландия	Ирландский совет науки, технологии и инноваций (Irish Council for Science, Technology and Innovation)
Италия	Фонд Россели (Fondazione Rosselli )
Мальта	Мальтийский совет науки и технологии (Malta Council for Science and Technology)
Нидерланды	Совещательный комитет по изучению будущего при Совете королевской академии наук и искусства Нидерландов (Consultative Committee of Sector Councils for R&D Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences for research foresight)
Польша	Министерство научных исследований и информационных технологий (Ministry of Scientific Research and Information Technology)
Португалия	Машиностроение и технология 2000 (Engineering and Technology 2000)
Испания	Обсерватория перспективных промышленных технологий (Observatorio de Prospectiva Tecnologic Industrial - OPTI)
Швеция	Технологический Форсайт Швеции (Teknisk Framsyn för Sverige)
Великобритания	Инициативы будущего (The Foresight initiative)
Норвегия	Норвегия 2030 (Norway 2030)

Дельфы [7] и включают разработку различных сценариев, подготовку обзоров, создание целенаправленных рабочих групп, проведение научных семинаров, и т.д.). На европейском уровне с технологиями Форсайт более подробно можно ознакомиться на сайтах [8] Европейского парламента (the European Parliament and EPTA), Европейской комиссии, Европейских фундаментальных наук, Общины будущего [6].

Широко известна Британская программа Форсайта. В 2002 году в результате мозговой атаки команды ведущих специалистов Великобритании под руководством сэра Дэвида Кинга было выбрано пять крупных тем в рамках программы Форсайт в 2003—2005 годах. В марте 2006 было выделено одиннадцать новых тем для будущих проектов Форсайта [8]. При отборе тем исключалось дублирование тематики, учитывалась долгосрочность анализа (на срок не менее 10 лет), особое внимание уделялось междисциплинарным исследованиям, включая социальные и гуманитарные науки, и областям, где результаты являются еще не столь очевидными, что важно для быстро меняющихся научных направлений. При анализе результатов учитывали влияние не на одну отрасль экономики, наличие частно-государственного партнерства, отсутствие монопольной прерогативы отдельных групп и др. Включение в список определенных тем допускало, что тема в настоящее время еще не полностью соответствует критериям, чтобы стать проектом Форсайта. Приведем несколько примеров выделенных тем.

*Проблемы старения* — продление жизни, умственное здоровье, социальное единство, семья, работа, досуг и др.

*Окружающая среда и здоровье* — воздействие диеты, физической среды и новых технологий на здоровье.

*Эксплуатация квантовых устройств* — спинтроника, квантовые устройства, включая новые типы компьютеров и криптографии.

*Интеллектуальные системы* — исследование возможностей гибкой и самообучающейся инфраструктуры взаимодействия между людьми, гуманитарные исследования.

Российские ученые еще недостаточно знакомы с технологиями Форсайт. По мнению профессора В. Ю. Шведаса [9] «для того, чтобы обладать чувством Форсайта, надо обладать информацией. То есть надо знать людей, понимать их потенциал, надо распознать тенденции, не когда они уже проявили себя, а еще в тот момент, когда они зарождаются. Нужно, чтобы большое количество людей могло участвовать в этом процессе. Просто активное участие в разных конференциях, на разных уровнях. Сейчас конференций очень много, есть конференции и образовательные, и коммерческие, есть школы, которые прямо знакомят с современным состоянием дел. Это стоит довольно больших денег, пока это под силу только крупным компаниям, они могут себе позволить присылать туда представителей».

### Развитие инновационной системы России

Первые попытки формулирования национальной инновационной политики России относятся к 1997—1998 гг. Проектный документ того времени не прошел одобрения в Государственной Думе и не получил статус официального документа. Вместе с тем с этого

времени данному вопросу стало уделяться больше внимания. В марте 2002 года Президент РФ поставил новые цели национальной государственной политики в области развития науки и технологий, которые призваны обеспечить переход к инновационному пути развития страны. Был разработан поэтапный план реализации государственной политики [10].

На первом этапе до 2006 г. Правительство РФ было призвано уточнить законодательство, включая стимулирование инновационной деятельности, сформировать соответствующую национальную инновационную систему и управление этой системой.

На втором этапе — до 2010 года, правительство завершит формирование национальной инновационной системы. На совместном заседании Совета Безопасности РФ, Президиума Государственного Совета РФ и Совета по науке и высоким технологиям при Президенте РФ были одобрены «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу».

В этом документе, утвержденном Президентом Российской Федерации 30 марта 2002 г., переход к инновационному развитию страны определен в качестве основной цели государственной политики в области развития науки и технологий, достижение которой является необходимой предпосылкой модернизации экономики и обеспечения конкурентоспособности отечественного производства.

В соответствии с Основными направлениями политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года целью государственной политики является формирование экономических условий для вывода на рынок конкурентоспособной инновационной продукции в интересах реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации.

Стратегией развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года определены следующие основные задачи государственной научно-технической и инновационной политики: создание эффективной инновационной системы и конкурентоспособного сектора исследований и разработок, условий для его развития; развитие институтов использования и правовой охраны результатов исследований и разработок; модернизация экономики на основе технологических инноваций.

Стратегией определено создание фондов поддержки научной и научно-технической деятельности: Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Российского фонда технологического развития.

Среди основных комплексов мероприятий планируется эффективная государственная поддержка фундаментальной науки, обеспечение ее опережающего развития; развитие институтов использования и правовой охраны результатов исследований и разработок; обеспечение непрерывности финансирования бизнес-проектов на всех стадиях инновационного цикла; перераспределение государственного финансирования на стартовые программы поддержки инновационных про-

ектов; содействие развитию связей в рамках инновационной деятельности и «диффузии» знаний, поддержка совместных исследований на начальной стадии.

Таким образом, 2005—2006 годы отличают значительные усилия по созданию основ инновационной системы России, вовлечение в эту напряженную работу всех компонентов управления научными исследованиями. Показаны возможные пути реализации такого сотрудничества для преодоления кризиса научно-технической сферы, сохранения активной части научно-технического потенциала страны, адаптации научных учреждений к новым условиям хозяйствования, использования лучших научных достижений в различных областях экономики России. Однако сказать, что многие проблемы, в том числе концептуальные, решены, нельзя.

### Модели партнерства и сотрудничества РФФИ

В РФФИ уже давно были ясно видны проблемы, связанные с существующим в России разрывом между накапливаемым массивом научно-технической информации, формируемым в виде компьютерных баз данных, результатами фундаментальных исследований, имеющими потенциал коммерциализации и способностью экономики использовать эти результаты.

Именно это обстоятельство обусловило рождение в РФФИ нескольких новых моделей [11] консолидации ресурсов различных организаций для проведения экспертизы, выявления и поддержки наиболее перспективных результатов фундаментальных исследований и прогнозирования научно-технического развития.

В истории мирового научно-технического прогресса отражены два разных подхода к формированию и реализации государственной научной политики, взаимодействию научного сообщества и государства. При первом подходе (сверху вниз) на государственную политику ложится обязанность определять инновационные направления развития науки и техники, а также способы финансового побуждения ученых следовать им. Национальные научные сообщества должны признавать государственные интересы и следовать им в своей деятельности. Плановые задания, жестко ориентированные на обслуживание определенного круга государственных потребностей, сверху доводятся до научного сообщества. При этом государство ставит четкую цель и финансирует соответствующие предложения (проекты) научно-технического сообщества.

Второй подход — (снизу вверх), как правило, дополняет первый и состоит в том, что государство финансирует широкий поиск нового знания, не оговаривая заранее, каким практическим целям он должен служить. Причина, почему даже при жестком прагматическом подходе все государства определенную долю финансирования расходуют по этой схеме, проста. Большинство величайших технических открытий родились именно на основе свободного поиска. Идущий снизу информационный поток нового знания, перспективных, порой революционных открытий служит питательной средой для рождения новых технологий.

РФФИ в основном рассматривает инициативные проекты, поступающие от небольших коллективов ученых. Перспективность, значимость проводимых инициативных фундаментальных исследований опре-

деляется экспертами РФФИ, исходя из соответствия этих исследований мировому уровню, качеству, новизне представленных идей, гипотез и т.п. При организации совместных региональных и международных конкурсов РФФИ определяет приоритетные направления исследований, соответствующие потребностям региона или международной организации, участвующей в организации конкурса.

Фундаментальные исследования законов развития природы, общества, человека, способствующие технологическому, экономическому, социальному и духовному развитию России, составляют перспективный научный результат — блок генерации знаний и основу будущих технологий. Такие исследования получили название ориентированных. Их результаты должны придать новые свойства промышленным продуктам, либо обеспечить возможность создания принципиально новых продуктов. Немаловажным фактором является степень завершенности разработок. Как правило, они должны быть доведены до уровня прототипа, демонстрирующего ключевые преимущества новой технологии (материала, услуги).

Следующие стадии инновационного цикла (прикладные, маркетинговые исследования и т.п.), разработка опытных партий нового продукта должны проводиться за счет других источников, в том числе за счет средств министерств и ведомств, других фондов, предприятий, которым на договорных условиях будут передаваться уже доработанные результаты фундаментальных исследований.

Задача РФФИ в организации новых конкурсов ориентированных фундаментальных исследований — выделить на конкурсной основе и финансировать наиболее перспективные фундаментальные исследования в научных организациях страны и довести их до такой степени научной проработки, когда становится реальным вовлечение этих результатов в хозяйственный оборот. При этом РФФИ должен определить те приоритетные направления, которые наиболее полно отвечают задачам развития экономики России.

Опираясь на эти положения, РФФИ (решение от 17 марта 2004 года) определил, что главной задачей конкурса должно стать дальнейшее продвижение результатов фундаментальных исследований, в которых были получены яркие результаты и обнаружена возможность их использования в инновационном процессе.

Условия проведения этого конкурса отличались от предыдущего конкурса проектов РФФИ и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в 2002—2004 годах [12]. Это, отчасти, связано с тем, что Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере объявил и осуществляет новую программу «Старт» по созданию стартовых фондов поддержки инициатив научных коллективов по использованию перспективных идей в экономике России. Программа «Старт» и новый конкурс РФФИ дополняют друг друга.

Новый конкурс РФФИ в полной мере отвечал сформулированной в решениях Совета безопасности и Президиума Госсовета РФ задаче формирования и финансирования системы грантов с различными источниками финансирования для проведения целевых исследований и доведения результатов интеллектуальной деятельности до стадии освоения.

### **Цели и критерии отбора конкурсных проектов ориентированных исследований**

Цель конкурса — выявлять на основе системы оценочных критериев еще на стадии проведения ориентированных фундаментальных работ перспективы создания конкурентоспособной высокотехнологичной продукции (услуги). Совет РФФИ принял решение в новом конкурсе основной упор сделать на отбор и финансирование тех работ, которые, начавшись с фундаментальной идеи, продемонстрировали результаты, перспективные для практического использования, и нуждаются в дополнительном финансировании для доведения этих результатов до инвестиционно привлекательного вида.

Перед экспертами конкурса были поставлены следующие вопросы.

Содержит ли заявка инновацию (новый продукт, услугу или технологию) с будущим потенциалом коммерциализации?

Является ли заявка лишь обычным продолжением исследовательского проекта, или проектом, направленным на коммерциализацию?

Каково научное и техническое качество заявки, приоритетность и новизна предлагаемого решения? Экономические и социальные следствия коммерциализации инновации.

Насколько предложенная идея близка к коммерциализации (проведены ли основные исследования, проработаны ли контакты с соисполнителями, потребителями и т.д.), достаточен ли срок проекта (2 года)?

Насколько правильно определены предполагаемые потребители инновации и их мотивации?

Формирует ли инновация новую нишу потребностей или удовлетворяет одну из существующих, замещает ли она существующие продукты или создает принципиально новый вид продукта?

Насколько предполагаемые план действий и финансовые ресурсы достаточны и оптимальны для доказательства перспективности идеи?

Насколько эффективна предлагаемая схема управления проектом?

Уровень квалификации и компетентности участников.

Могут ли участники в будущем эффективно освоить инновацию, их предшествующий опыт?

Насколько правильно и полно оценены риски на этапах реализации проекта?

Какова конечная цель заявителей — создать постепенно собственную крупную или устойчиво работающую малую компанию или привлечь внимание крупного инвестора или предприятия и продать им свою компанию? В последнем случае — вернуться в науку или уйти в бизнес?

Есть ли необходимость специальных решений на право производства и реализации нового продукта (услуги)?

Отвечая на поставленные вопросы, эксперты РФФИ, в первую очередь, должны обозначить новизну и приоритетность научного результата, предлагаемого к дополнительному финансированию из средств РФФИ.

### **Приоритеты научных исследований**

Как определить приоритетность того или иного научного направления? Как предвидеть развитие той

или иной разработки, когда только сформулирована перспективная идея? Может казаться, что целевая ориентация исследований находится в противоречии со свободой и непредсказуемостью научного поиска, столь свойственными, в первую очередь, представителям фундаментальной науки.

Возникает вопрос, что выгоднее для государства, в смысле достижения конечных вполне прагматичных целей, выстроить все — ученых, инженеров, менеджеров, ресурсы в жесткие целевые программы или создать гибкую систему достижения цели, которая на отдельных этапах предполагает широкий научный поиск и отбор из получаемых результатов тех, что отвечают поставленной цели.

Эти проблемы носят общий мировой характер, поскольку инвестиции в научные работы стали очень дорогостоящими. Руководители, отвечающие за инвестиции в государственном секторе, также как и персонал, принимающий решения в частном бизнесе, хотя и имеют более надежные системы оценки рисков в научно-технической сфере.

Проблема выделения приоритетов для России крайне больной вопрос. И хотя «Приоритетные направления науки и технологий» определены высокими решениями, неготовность, а в ряде случаев нежелание достаточно жестко подойти к выбору приоритетов и определению тех технологий, которые Россия может и должна развивать, приводит к многократным обсуждениям на очень высоких уровнях. Ответственность государства лежит и на развитии научной среды. Это сохранение и поддержание ведущих научных школ, институтов, академий, университетов, общепризнанных научных лидеров. При этом на абсолютно иных принципах должны выделяться и поддерживаться очень ограниченное количество приоритетов. Существует огромный риск при выделении этих приоритетов, опасность не угадать их и пойти не по тому пути. Еще больший риск ничего не выделять, потому что абсолютно ясно, что сегодня ни одна страна в мире, ни одно международное сообщество не способно поддерживать все. Неготовность и нежелание выделять приоритеты, по мнению министра А.А. Фурсенко, — один из самых главных барьеров на пути реформы, которые в последние годы были и продолжают оставаться в России [13].

### **Модели взаимодействия РФФИ с федеральными структурами**

Российский фонд фундаментальных исследований при организации конкурсов ориентированных исследований разработал несколько моделей взаимодействия с федеральными агентствами и ведомствами и выделения соответствующих приоритетов среди инициативных и ориентированных фундаментальных исследований.

Как сами конкурсы, так и результаты ориентированных фундаментальных исследований были нацелены на дальнейшее продвижение тех исследований, в ходе работы над которыми получены яркие результаты и обнаружена возможность их использования в создании прорывных технологий, новых материалов и услуг в приоритетных направлениях развития науки и технологий.

*Модель РФФИ—Федеральное ведомство РФ,  
использующее результаты исследований*

В 2004 году РФФИ организовал и провел новые конкурсы ориентированных поисковых исследований фундаментального характера:

офи-а — исследования, осуществляемые небольшими научными коллективами с целью развития новых прорывных технологий в Российской Федерации;

офи-г — организация и проведение в 2005 году ограниченного числа российских и международных научных мероприятий по использованию результатов фундаментальных исследований в различных областях экономики России.

В 2005 году в развитие этой модели были проведены конкурсы:

офи-п — среди небольших научных коллективов для выполнения задач, сформулированных и финансируемых Федеральным агентством промышленности (Роспром) в 2005—2006 годах в рамках Федеральных целевых программ. Особое значение в этом конкурсе придавалось исследованиям по созданию технологий получения новых материалов; электронной компонентной базы; вычислительных, информационных систем и телекоммуникаций; оптоэлектронных, лазерных и инфракрасных систем; энергетики и энергосбережения; химических технологий и катализа; технологий энергонасыщенных материалов; биотехнологий; защиты окружающей среды.

офи-э — ориентированные фундаментальные исследования, содействующие выполнению научных задач, сформулированных и финансируемых Федеральным агентством по атомной энергии (Росатом) в 2005—2006 годах. Особое значение в этом конкурсе придавалось исследованиям свойств высокотемпературной плазмы в целях создания источника энергии на основе реакции термоядерного синтеза; исследованиям в области ядерной физики и физики элементарных частиц для создания новой перспективной техники и технологий и стратегического развития атомной энергетики, реакторов нового поколения и прогрессивных технологий ядерно-топливного цикла. Проблема включает сырьевую базу делящихся материалов, конструкционные и особо чистые материалы для ядерных реакторов, ядерное топливо, обращение с высоко- и низко-активными отходами, радиационное материаловедение, аналитическое обеспечение.

Проведение конкурсов основывалось на заключенных РФФИ и федеральными ведомствами соглашениях. В соответствии с бюджетным кодексом многие федеральные агентства не имеют статьи расходов «Фундаментальные исследования», так что координированная работа РФФИ и ведомства весьма важна для решения крупных целевых задач, стоящих перед федеральными ведомствами. При подаче заявок на конкурсы офи-а руководители проектов указывали Федеральную целевую программу, которой соответствовали предлагаемые ориентированные фундаментальные исследования.

При этом важной инициативой РФФИ является положение о поэтапном совместном обсуждении результатов исследований, так чтобы после первого года исследований или по итогам выполнения проекта полученные результаты служили основанием для их

включения в существующие программы ведомств и/или для постановки новых.

В 2006 году РФФИ расширил эти конкурсы на задачи, связанные с программами Роскосмоса, Федеральной службы технического и экспортного контроля и других ведомств.

Важно отметить, что большинство работ является продолжением ранее выполнявшихся при финансовой поддержке РФФИ фундаментальных исследований.

К проведению конкурсов ориентированных исследований проявляют интерес и крупные промышленные компании, что свидетельствует о возрастающем интересе российской промышленности к науке и подкрепляет правильное решение Совета РФФИ об организации конкурсов ориентированных исследований.

*Модель РФФИ—Организация, софинансирующая  
исследования*

В рамках этой модели конкурс проводится на основании соглашения о взаимодействии между Российской академией сельскохозяйственных наук, Российской академией медицинских наук и РФФИ.

Основная цель конкурса — объединение финансовых усилий РФФИ и государственных академий при проведении ориентированных фундаментальных исследований, направленных на решение проблем агропромышленного комплекса РФ, поддержка научных коллективов и отдельных ученых.

Конкурс проводится за счет бюджетных средств РФФИ и государственных академий.

Стороны осуществляют совместный конкурсный отбор и финансирование в согласованных размерах проектов исследований для использования результатов в создании прорывных технологий агропромышленного комплекса. Первый такой конкурс состоялся в 2006 году. В 2007 году к этому конкурсу подключается и Российская академия архитектурных и строительных наук.

*Модель РФФИ—Регион, софинансирующий  
исследования*

В рамках региональных программ ориентированных фундаментальных исследований интересам субъекта РФ уделяется особое внимание. Перед объявлением конкурса региональные органы власти совместно с ведущими учеными формулируют перечень приоритетных задач для фундаментальных исследований.

В рамках модели РФФИ—Регион—Организация, результаты ориентированных фундаментальных исследований, полученные при совместной финансовой поддержке РФФИ и региона, получают дальнейшее развитие за счет средств региона и могут на основе соглашения региона с организацией передаваться для дальнейшей коммерциализации в организацию. В 2006—2007 годах такие конкурсы будут, например, развиваться на основе тройственного соглашения между администрацией Томской области, РФФИ и тайваньской организацией ИТРИ.

**Государственно-частное партнерство и поддержка  
фундаментальных исследований**

Рассмотренные выше модели взаимодействия РФФИ с государственными федеральными агентствами поднимают и другой важный вопрос — государст-



венно-частного партнерства. Если возможно сотрудничество РФФИ с федеральными агентствами, почему не удастся наладить сотрудничество и консолидацию бюджетов РФФИ с крупными промышленными предприятиями? Несмотря на многие обращения в РФФИ и их принципиальную важность, такие схемы еще не освоены.

Тема государственно—частного партнерства в инновационной сфере в последнее время активно обсуждается в обществе, рассматриваются его различные формы и модели [14]. Основным при этом является вопрос распределения прав на результаты научно-технической деятельности при долевым финансировании. Часто при попытке ответить на этот вопрос ссылаются на постановление Правительства РФ от 17 ноября 2005 года № 685 «О порядке распоряжения правами на результаты научно-технической деятельности». Однако оно касается лишь 100%-ного бюджетного финансирования НИОКР. При нынешних формах государственно-частного партнерства, особенно когда оно реализуется государством через заказные НИОКР, отсутствие четкой системы распределения прав останавливает частного инвестора. Проблемным является и вопрос генеральных разрешений, которые выдаются госучреждениям науки по ведению предпринимательской деятельности и открытию счетов в казначействах. Такой документ Президиум РАН подписывает с казначейством, опираясь на инструкцию Минфина от августа 2001 года, затем его проецируют на конкретные академические институты. Разрешение позволяет вести предпринимательскую деятельность государственным организациям, определяет виды доходов и возможности их использования. Однако средства, полученные от предоставления лицензий на результаты научно-технической деятельности, должны передаваться в бюджет. Как, в таком случае, быть академическим институтам? Основным видом их предпринимательской деятельности может оказаться предоставление лицензии на результаты научно-технической деятельности. Однако эти средства они не могут использовать для своих целей. Такое положение дел ущемляет интересы академических институтов, вынуждая прибегать к помощи различных «серых» схем. Научные организации лишены права продавать свои разработки, защищенные патентами. Если научные организации ведут научные работы, но не могут предоставлять лицензии на право использования результатов этих работ, значит, в таком случае РАН утрачивает стимул для генерирования новых идей и научных разработок.

### Зарубежные модели трансфера технологий

Если теперь обратиться к мировому опыту, то такие проблемы ставились и успешно решались мировым сообществом. Яркий пример — закон Стивенсона—Уайдлера в США. Этот закон о технологических инновациях потребовал от каждой федеральной лаборатории создания офиса по выявлению ценных технологий и их коммерциализации, а также Центров совместных исследований. Закон констатировал, что «многие новые открытия и достижения в научной сфере происходят в университетах и федеральных лабораториях, в то время как применение этих новых знаний в коммерческих и общественных целях во многом зависит

от действий предпринимателя и наемных работников. Принципы сотрудничества между академией, федеральными лабораториями, наемными работниками и промышленностью в таких формах как передача технологий, обмен кадрами, совместные исследовательские проекты и другие направления деятельности должны быть обновлены, расширены и укреплены.

Многие европейские страны в последние годы существенно изменили свое законодательство в пользу интенсификации процесса передачи технологий. Так, немецкая система трансфера технологий была существенно изменена в течение последних лет. Законодательная инициатива немецкого федерального правительства отменила так называемую «профессорскую привилегию», признающую права на собственное исследование. Соответствующий Закон вступил в силу в феврале 2002 года. Университеты стали ответственными за создаваемую интеллектуальную собственность и коммерциализацию результатов научно-исследовательских работ.

Эта инициатива немецкого правительства имеет много сходства с американской моделью и аналогична закону Bayh-Dole-Act, по которому права на создаваемую интеллектуальную собственность принадлежат организации, в которой выполняются исследования. Для помощи немецким университетам, ученым и специалистам в Германии созданы государственные патентные агентства PVA (Patent Valorization Agency), аналоги центров трансфера технологий (в английской транскрипции — Technology Transfer Organizations). Сегодня в Германии 20 таких агентств, все они полностью или частично финансируются немецким федеральным правительством. Модели работы таких агентств приведены на рис. 1, 2.

Как видно из приведенных схем, созданные агентства обеспечивают возврат средств от результатов коммерциализации исследований к новым разработкам и доступ региональной промышленности к новшеству, что увеличивает ценность результатов исследования. В результате создаются условия для производительной работы других программ, привлечения промышленного капитала к финансированию исследований, создания новых спин-офф компаний. Агентства трансфера технологий служат действенным средством стимулирования науки и инноваций и политического влияния на научно-технологическое прогнозирование.

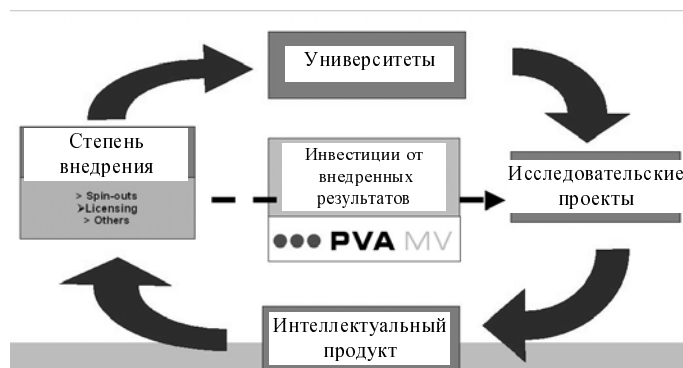


Рис.1. Информационные и денежные потоки с участием исследовательских организаций и агентств PVA

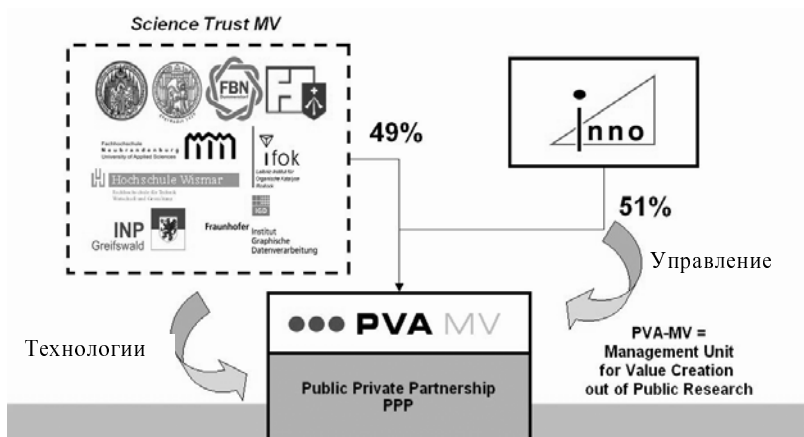


Рис.2. Система управления передачей технологий с участием агентств PVA и компании Inno.

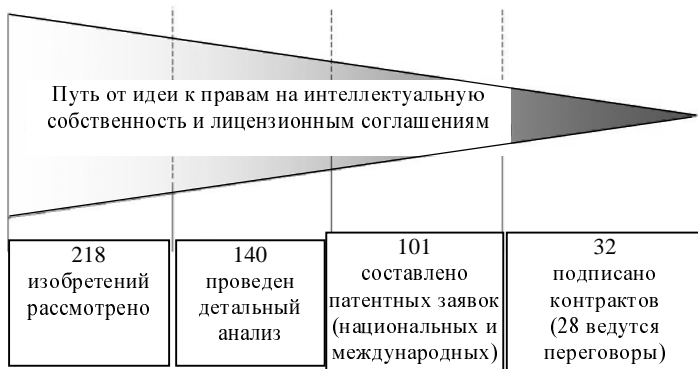


Рис. 3. Результаты работы трансферного агентства в Северной Померании в 2002—2006 гг.

Результаты работы одного из таких агентств (Северная Померания, г.Росток) в 2002—2006 годах показаны на рис. 3. Из рисунка видно, сколь эффективна созданная при финансовой поддержке федерального правительства новая структура.

### Новые направления и темы исследований в РФФИ

Выполнение фундаментальных ориентированных исследований позволяет выявить ряд новых научных направлений, которые могут стать основой приоритетов развития науки и технологий. Этот поток нового знания, как уже упоминалось, идет снизу, рождается инициативой ученых.

Ниже приведены примеры таких новых направлений, выделенных экспертами Российского фонда фундаментальных исследований.

### Безопасность и противодействие террористическим угрозам

#### Принцип и устройство обнаружения следовых количеств взрывчатых веществ в метро

Предлагается способ и устройство для обнаружения следовых количеств взрывчатых веществ на проездном билете пассажира метро с одновременным оповещением (звуковой и световой сигнал). Пассажир опускает свой проездной билет в турникет метро при входе.

Находясь в турникете около 2 секунд, этот билет может быть автоматически обработан и исследован, в случае опасности электроника подаст сигнал-оповещение. Принцип работы основан на автоматическом распознавании (проявлении) на билете характерной цветовой окраски, вызванной наличием на поверхности следовых количеств взрывчатых веществ (ВВ), которые попадают на билет с пальцев террористов.

#### Детектор взрывчатых веществ на основе метода диодной лазерной спектроскопии

Создан высокочувствительный диодный лазерный спектрометр-анализатор видимого спектрального диапазона (области 650 нм и 400 нм) для регистрации малых концентраций NO<sub>2</sub>, сопутствующих взрывчатым веществам, с чувствительностью по NO<sub>2</sub> 0,2 ppb (частиц на миллиард). Разработаны оригинальные конструкции и методики измерений, позволившие увеличить чувствительность и точность измерений, а также проводить измерения в течение продолжительного времени без подстройки спектрометра. Проведены модельные эксперименты по обнаружению самодельных взрывчаток с хорошей чувствительностью спектрометра-анализатора. Указанные направления могут значительно расширить возможности использования результатов ориентированных исследований при создании нового приоритетного направления «Безопасность населения при террористических угрозах».

#### Терагерцовый диапазон электромагнитных волн 30 ТГц (10 мкм) — 100 ТГц (3 мм)

Вследствие сильной реакции многих веществ на ТГц-излучение, его можно использовать в сфере безопасности для обнаружения взрывчатых и опасных веществ. Это связано с тем, что ТГц-диапазону соответствуют колебательные и вращательные спектры, фазовые переходы, характеристические энергии и другие определяющие параметры окружающих нас веществ (газов, жидкостей, плазмы, кристаллов, полупроводников и др.). Каждое вещество имеет в ТГц-диапазоне свой индивидуальный спектральный «портрет», поэтому возможна селективная реакция на ТГц излучение в зависимости от химического состава и даже дистанционная детонация ВВ.

Другим преимуществом ТГц-излучения является прозрачность по отношению к нему многих тел: тканей, пластика, бумаги, дерева, картона, кожи (до 2 мм), песка (слой до 10 мм) и др., что можно использовать в системах безопасности и ряде других применений.

ТГц-излучение может давать изображение предмета. Возможно получение изображения предмета скрытого, например, под одеждой или изображения через стены и перегородки. Это также может использоваться в сфере безопасности. В отличие от рентгеновских лучей ТГц-излучение не ионизирует среду и дает высококачественное контрастное изображение. При ма-

лой интенсивности оно не наносит вред организму человека, в то же время возможно селективное направленное воздействие на живые объекты.

Для ТГц-излучения характерна высокая чувствительность по отношению к воде (поглощение). В результате достигается хороший контраст при получении изображения объектов, содержащих воду или ОН-группы.

Все окружающие нас предметы излучают в той или иной мере ТГц-волны. Это является основой для создания пассивных устройств для получения изображения предметов. Такое устройство, работающее на частотах 0,25 и 0,3 ТГц, недавно создано в Европе и сейчас проходит стадию внедрения в космосе и на земле.

Малая длина волны колебаний ТГц-излучения позволяет использовать его для радиолокационных станций высокого разрешения, радиовидения, что значительно уменьшает размеры антенн. Огромный диапазон частот в ТГц-диапазоне весьма привлекателен для систем связи в космосе и на земле.

Сильное поглощение парами воды является причиной очень плохого распространения ТГц-волн в атмосфере. В то же время космос с этой точки зрения открыт для применения ТГц-волн и там ведутся серьезные исследования и разработки (локация, связь).

#### *Исследование возможности обнаружения людей в районах стихийных бедствий*

Исследования относятся к фундаментальной проблеме статистической радиофизики и радиолокации, связанной с обнаружением малоподвижных объектов, в том числе людей, с помощью многоканальных сверхширокополосных пространственно-временных сигналов и систем, при наличии между целью и радиолокатором канала распространения радиоволн.

#### *Мониторинг безопасности строительных сооружений и объектов повышенного риска*

В настоящее время интенсивно развиваются измерительные преобразователи на основе волоконных световодов. Эти преобразователи позволяют регистрировать с высокой точностью различные физические величины, от которых зависят эксплуатационные характеристики несущих элементов конструкций, а стабильность характеристик и долговечность этих устройств открывают возможность для мониторинга безопасности строительных сооружений в течение всего срока их эксплуатации. Благодаря эластичности и механической прочности световодов измерительные устройства на их основе могут быть размещены как на поверхности, так и внедрены в сам материал конструкции на стадии изготовления.

### **Химия, новые материалы, наноматериалы**

#### *Искусственные оптически активные материалы на основе хиральных оболочек*

Предложен целый ряд оригинальных технологий получения новых оптически активных материалов. Показана высокая воспроизводимость и точность изготовления хиральных элементов. Продемонстрирована масштабируемость технологии изготовления хиральных оболочек различных форм с характерными размерами от 100 мкм до 10 нм. Хиральные структуры являются главным элементом хиральной оптики и применяются в различных областях. Их используют в

фильтрах круговой поляризации, дискриминаторах поляризации, спектральных фильтрах, электролюминесцентных приборах, излучателях света с заданной поляризацией от линейной до циркулярной; высокоэффективных электрохромных материалах; в оптически прозрачных проводящих пленках; электронных переключателях, основанных на волоконной проводимости; оптических сенсорах для детектирования химических и биологических жидкостей; гибридных электронных дисплеях из композитов — жидкокристаллических и хиральных объектов, в материалах, поглощающих СВЧ излучение, СВЧ антеннах и приборах; модуляторах с динамическим управлением поляризацией терагерцового излучения.

#### *Адаптированные нанонаполнители и нанокompозиты*

При достаточно выраженном акценте на развитие наноматериалов и нанотехнологий появилась необходимость разработки критериев и дефиниций этого широкого направления. Мало получить наноразмерные исходные компоненты, необходимо найти способы их эффективного использования. Выделение методов подготовки наноматериалов и получения изделий на их основе в отдельное направление позволило акцентировать внимание исследователей не только на применении исходных компонентов в изделиях, будь то полимерная композиция, или наноразмерный катализатор, но и на вопросах механизма взаимодействия нанонаполнителей с матрицей, процессах агрегирования и сегрегации, а также на методах управления этими процессами. Создание нового направления позволит выработать критерии оценки роли наносоставляющей в свойствах новых материалов. Таким образом, будет обеспечена более четкая и направленная селекция наноматериалов с качественно новыми свойствами.

### **Новые технологии**

#### *Создание замкнутых циклов получения целевых продуктов в качестве основы безотходных химических производств*

Необходимость резкого снижения нагрузки на окружающую среду — одно из магистральных направлений развития химии будущего. Учитывая, что основы технологии закладываются на самых ранних стадиях разработки синтеза того или иного полезного вещества, введение в критерии оценки новых проектов степени использования не только целевых, но и побочных и вспомогательных веществ позволит акцентировать внимание на экологических проблемах при создании новых веществ и процессов их обработки. В рамках нового направления будут сконцентрированы усилия научных коллективов по созданию новых безотходных производств. Это направление должно быть отражено во всех химических процессах и стимулировать химическую науку в целом.

#### *Сверхкритические флюидные технологии*

Сверхкритические флюиды (СКФ) — четвертая форма агрегатного состояния вещества при критической температуре ( $T_{кр}$ ) и давлении ( $P_{кр}$ ). СКФ — это не только хорошие растворители, но и среды с высокими коэффициентами диффузии. Благодаря исключительно низкому коэффициенту поверхностного натяжения СКФ легко проникают в глубинные слои

различных твердых веществ и материалов, в том числе и в нанопоры, что дает хорошую перспективу создания СКФ-нанотехнологий. Наиболее широко стали применять сверхкритический  $\text{CO}_2$  ( $T_{\text{кр}} = 31,2^\circ\text{C}$ ,  $P_{\text{кр}} = 72,9$  атм), который оказался растворителем для ряда органических соединений. Диоксид углерода стал лидером в СКФ технологиях, поскольку обладает целым комплексом преимуществ. Перевести его в сверхкритическое состояние достаточно легко, он не токсичен, не горюч, не взрывоопасен, к тому же дешев и доступен. С точки зрения любого технолога он является идеальным компонентом процесса. Особую привлекательность ему придает то, что он является составной частью атмосферного воздуха. Сверхкритический  $\text{CO}_2$  можно считать экологически чистым растворителем. Применение  $\text{CO}_2$  в химической технологии — важная тенденция в современной «зеленой» химии.

Ниже приведены основные современные технологии с применением СКФ.

СКФ экстракция: фармацевтика, косметика, биологически активные добавки, пищевая промышленность, металлургия, биотопливо, лесохимическое производство.

Производство новых материалов: аэрогели, строительные материалы, текстиль, полимеры, биоматериалы.

Очистка от примесей: ядерная энергетика, радиоэлектроника, нанотехнологии, переработка отходов, окисление водой в сверхкритическом состоянии, бытовая химчистка.

Микронизация: применение микро- и наночастиц в фармацевтике, в порошковых покрытиях.

За рубежом интенсивное развитие СКФ-технологий началось с конца 1980-х. На фоне традиционных методов использование СКФ оказалось очень эффективным. В России интенсивное развитие этих технологий только начинается. В РФФИ работы по фундаментальным проблемам СКФ активно поддерживаются в рамках инициативных грантов и грантов ОФИ, что дает хороший импульс развитию СКФ технологий в России. При этом особый интерес представляет применение СКФ в нанотехнологиях.

### **Биология и медицина**

#### *Управление дифференциацией стволовых клеток человека*

В настоящее время необычайно широко проводятся исследования возможности использования стволовых клеток при различных патологиях. Поскольку стволовые клетки потенциально способны дифференцироваться в различные типы клеток, принципиально важно понимание механизмов этих процессов. В первую очередь необходимо изучать молекулярно-биологические основы стромальных клеток костного мозга (мезенхимальных стволовых клеток) и фетальных стволовых клеток.

Одним из перспективных способов воздействия на дифференциацию стволовых клеток является их трансфекция различными генами. В частности, трансфекция стволовых клеток генами нейротрофических факторов человека открывает перспективы для разработки технологии получения стволовых клеток для трансплантации при лечении нейродегенеративных заболеваний.

#### *Разработка технологий гуманизированных моноклональных мини-антител*

В настоящее время разрабатываются и проходят испытания в клиниках для лечения некоторых видов опухолей, ревматоидного артрита и других заболеваний природные моноклональные антитела. Однако у классических моноклональных антител есть существенный недостаток: высокая себестоимость. В препаративных количествах обычно доступны моноклональные антитела, продуцируемые мышинными клетками, что делает проблематичным их использование в медицинской практике. Принципиальное решение проблемы создания безопасных и эффективных антител стало возможным после разработки технологии рекомбинантных гуманизированных мини-антител. Эта технология базируется на методах генной инженерии и нанобиотехнологии. Возможность получения рекомбинантных мини-антител в бактериальных продуцентах открывает возможность использования специфических антител в качестве терапевтического средства защиты от патогенов, в том числе от вируса гриппа, а также в качестве средств экстренной защиты от патогенов, потребность в которой может возникнуть при ликвидации последствий биотеррористических актов.

#### *Лечение нейродегенеративных заболеваний*

Нейродегенеративные заболевания (НДЗ), обусловленные гибелью специфических популяций нейронов мозга, относятся к наиболее широко распространенным и тяжелым социально значимым патологиям, приводящим к полной инвалидности больного и впоследствии к летальному исходу. По распространенности и тяжести НДЗ, болезни Паркинсона, Альцгеймера и др. стоят в одном ряду с сердечно-сосудистыми и онкологическими заболеваниями. Именно этим обусловлены огромные инвестиции в высокоразвитых странах на лечение и реабилитацию больных — порядка 10—25 тысяч долларов в год на одного пациента. Хотя эти заболевания характерны для людей пожилого возраста, в последние годы наблюдается тенденция к их «омоложению».

Особенностью НДЗ является то, что первые клинические симптомы проявляются только через 25—30 лет после начала заболевания при дегенерации уже 70—80% специфических нейронов. Отсутствие внешних проявлений НДЗ в течение длительного времени объясняется включением компенсаторных механизмов мозга. Появление первых клинических симптомов является показателем уже необратимой декомпенсации в результате почти полного разрушения специфических нейрональных систем и истощения компенсаторных резервов, что объясняет низкую эффективность современных методов лечения. Действительно, несмотря на большие усилия неврологов, до сих пор не удалось вылечить ни одного больного с НДЗ. Отсюда вытекает необходимость разработки доклинической диагностики и профилактического лечения задолго до проявления клинических симптомов. Это позволит, если не остановить развитие НДЗ, то, по крайней мере, продлить доклиническую стадию, а следовательно, продлить практически до конца жизни период бессимптомного течения заболевания и комфортной жизни больного. Упомянутым клиническим

исследованиям должны предшествовать фундаментальные исследования, в том числе а) экспериментальное моделирование латентной фазы заболевания, б) поиск эндогенных маркеров латентной фазы, в) анализ компенсаторных механизмов, включающихся при дегенерации специфических нейронов, г) поиск физиологически активных веществ, обладающих защитным действием против дегенерации нейронов, включающих и поддерживающих компенсаторные процессы.

### Рациональное природопользование

*Геоинформационные системы (ГИС) оценки антропогенного риска и принятия решений в чрезвычайных ситуациях*

Цель ГИС — разработка технологий компьютерной инвентаризации видов и масштабов использования природных ресурсов на территории субъектов Российской Федерации, а также сценарной оценки последствий опасных природных процессов и возможных аварий для населения, хозяйства и природных биоценозов на региональном и местном административном уровнях. Научной основой создаваемых технологий должны стать апробированные результаты фундаментальных исследований в области геологии, криолитологии, гляциологии, климатологии, океанологии, гидрологии, рекреационной географии, геохимии, а также методы экологического картографирования характеристик природной среды, ресурсного потенциала, опасных природных процессов и их изменений под влиянием хозяйственной деятельности. Технологические продукты должны включать элементы управления, исключающие необходимость обращения пользователей к разработчикам технологии. Создаваемые технологии позволяют одновременно получать информацию и расширяют средства информационной поддержки управленческих решений для обеспечения устойчивого развития населения, хозяйства, природных биоценозов.

*Создание региональных моделей прогноза климатических изменений*

Моделирование — единственный метод прогноза эволюции климата Земли, позволяющий оценить воздействие климата на хозяйство и общество. Технологическая революция в науке (спутниковые методы и сетевые технологии) позволяет на новом уровне подойти к усвоению данных наблюдений и совместному моделированию компонентов системы *атмосфера—океан—суша—льды*. При этом весьма важным представляется корректное выделение антропогенного климатического сигнала на фоне природного, без чего невозможны оценки антропогенного воздействия на природную среду. Для России главное — разработать технологии перехода от глобальных моделей к региональному и локальному масштабу, необходимому для оценки воздействия изменений климата на конкретные территории.

*Технологии сохранения и восстановления ландшафтной среды*

Существующие критические технологии рассматривают только «парную» оценку использования ресур-

сов или мониторинга земных сфер (атмосферы и гидросферы, литосферы и биосферы). Однако поверхность суши они не рассматривают, хотя очевидно, что и методы переработки отходов горнодобывающей промышленности, и захоронение радиоактивных отходов, и восстановление биоразнообразия должны опираться на технологии сохранения природных ландшафтов, на рекультивацию антропогенно нарушенных территорий. Во многих странах мира восстановление национального ландшафта — приоритетная государственная задача. Вот почему представляется целесообразным выделить в будущем в качестве приоритетных технологий принципы оценки антропогенного воздействия на ландшафты и восстановления их разнообразия.

### Заключение

Проводя конкурсы ориентированных фундаментальных исследований, Российский фонд фундаментальных исследований последовательно участвует в формировании непрерывного инновационного процесса (генерация знаний—их трансформация в новые технологии—коммерциализация технологий). На всех стадиях цикла на основе совокупности критериев РФФИ определяет приоритетные направления совместно с представителями государства и научного сообщества. Для достижения этой цели РФФИ взаимодействует с федеральными агентствами и ведомствами. Проведение конкурсов и анализ их результатов позволяет выявить новые приоритетные направления, что важно для развития научно-технического прогресса в России.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сб. РФФИ: Использование результатов фундаментальных исследований. М.: Изд. Научный мир, 2005 г.
2. *Зинченко В. И.* Выступление на Областном Координационном Совете. Томск . 29.09.2006
3. Официальный сайт Министерства образования и науки РФ [www.mon.gov.ru](http://www.mon.gov.ru) Раздел -Госполитика в науке
4. *Попова Е.В.* Инновации, 2005, № 8, с. 85
5. Проект ТАСИС.«Critical Analysis of Topical Issues in Russia's Innovation System» Science and technology commercialization project ( EuropeAid /115381/C/SV/RU)
6. [http://cordis.europa.eu/foresight/actors\\_nat.htm](http://cordis.europa.eu/foresight/actors_nat.htm)
7. <http://www.salford.ac.uk>
8. [http://www.foresight.gov.uk/About\\_Foresight/Selecting\\_Topics\\_New\\_Projects/Index.html](http://www.foresight.gov.uk/About_Foresight/Selecting_Topics_New_Projects/Index.html)
9. Сайт [www.opes.ru](http://www.opes.ru) Раздел -Инновации
10. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу ([www.mon.gov.ru](http://www.mon.gov.ru)).
11. *Минин В.А., Цыганов С.А.* Вестник РФФИ, 2006, № 2, с.46
12. Программа Фонда содействия «Старт»([www.fasie.ru](http://www.fasie.ru))
13. *Фурсенко А.А.* Выступление на заседании Ученого совета ФТИ им. А.Ф.Иоффе 16 июля 2006 года ([www.opes.ru](http://www.opes.ru))
14. *Шеховцов М.В.* Докл. на семинаре проекта «Наука и коммерциализация технологий» 25 января 2006 года. ([www.ras-stc.ru](http://www.ras-stc.ru))