

# Концепция секторальных инновационных систем для модернизации экономики и повышения конкурентоспособности: методологические проблемы и опыт использования в России

*Секторальные инновационные системы (СИС) рассматриваются как сетевые, самоорганизующиеся, открытые, сложные адаптивные системы с нелинейными взаимосвязями между агентами. Разработанный автором институциональный подход использован для построения и оценки СИС России в области нанотехнологий. Информационная платформа для оценки сформирована в рамках реализации NANORUCER проекта 7-ой Рамочной программы ЕС.*

**Ключевые слова:** секторальные инновационные системы, институты, агенты, нанотехнологии, институциональная модель СИС.

Концепция СИС начала формироваться на рубеже веков и дополняет другие концепции, имеющиеся в литературе по инновационным системам. Она все еще находится в эмбриональном состоянии; в 2005 г. вышла первая в мире монография Франко Малербы, хотя значимость секторального подхода для обеспечения конкурентоспособности отдельных важных для стран секторов экономики сложно переоценить, поскольку она является инструментом, направленным на формирование сбалансированной, адаптивной системы, позволяет выявить основные драйверы и барьеры на пути генерации, диффузии и использования знаний и инноваций, сформировать механизмы политики, адекватные специфике секторальной науки, технологий и рынков. На этапе перехода к новой экономике ее значимость возрастает, поскольку базисные технологии нового долгосрочного цикла приводят к зарождению новых СИС, а традиционные системы трансформируются фундаментально. Именно поэтому особую важность приобретают проблемы обеспечения институциональной сбалансированности, развития секторальных институтов и сетей и формирования механизмов политики, адекватных новым технологиям и условиям развития. Это обусловило своего рода бум на исследования в этой области; уже выполнено ряд проектов для различных секторов и в странах ЕС, и в других регионах мира. Для России концепция СИС может стать одним из ключевых инструментов при решении поставленных Правительством задач модернизации и формирования инновационной экономики, развития высокотехнологичных секторов и снижения зависимости от экспорта энергетических ресурсов. Ее целесообразно использовать для обеспечения конкурентоспособности, придания ускорения производству, трансферту и использованию знаний в важных для страны секторах экономики.



**Н. В. Гапоненко**  
к. э. н., чл.-корр. РАН,  
зав. отделом научно-инновационного  
развития и форсайта,  
Институт проблем развития науки РАН  
e-mail: ngaponenko@gmail.com

Несмотря на столь высокую практическую значимость, многие теоретические понятия и методологические подходы к анализу и управлению инновациями на секторальном уровне остаются неразработанными. В настоящее время фактически нет даже определения СИС, а основные подходы к анализу и управлению базируются на концепции НИС, которая сформировалась в индустриальном обществе и требует переосмысления и развития с тем, чтобы стать адекватной новым условиям эволюции. В свою очередь, концепция НИС основывается на системном анализе и теории эволюции и содержит ряд «белых пятен». Чарльз Эдквист отмечал, что поскольку такие важнейшие понятия, как институты, организации, границы системы, показатели оценки (как правило, используются показатели Руководства «Фраскати» и Руководства «Осло») не разработаны, то концепция инновационных систем (ИС) (национальных, секторальных и региональных) получила статус «концепции», а не теории. К этому следует добавить, что фундаментальные изменения в эволюции (ускоряющийся ритм технологического прогресса, рост уровня сложности инновационных систем, изменение роли различных субъектов политики, процессы глобализации и регионализации) требуют фундаментального переосмысления концепции инновационных систем.

### Сдвиг от национальных к секторальным инновационным системам

Концепция НИС направлена на развитие основных институтов, важных для всех секторов и агентов, на обеспечение институциональной макросбалансированности системы, формирование инновационного климата, инновационной культуры и взаимосвязей между основными агентами системы [6]. Однако специфиче-

ские особенности развития базы знаний, технологий и рынков требуют разработки адекватных методов анализа и оценки и соответствующих механизмов регулирования для поддержки секторальных институтов, сетей, рынков, формирования секторальной базы знаний и т. д. В глобализирующейся экономике даже технологически развитые страны не могут обеспечить лидерство на мировых рынках во всех секторах и чтобы обеспечить это лидерство необходимо учитывать, как мы уже отмечали, специфику знаний, технологий, рынков и сетей. Это предопределило сдвиг в сторону СИС. Что же такое секторальные инновационные системы? СИС представляют собой сети агентов, чья деятельность основывается на единой научной и технологической парадигме и базе знаний, встроена в экономическую, социальную и институциональную среду и направлена на генерирование, диффузию и использование знаний и инноваций с целью обеспечения конкурентоспособности секторальной науки, технологий и продукции [1]. Это определение отражает следующие основы СИС, важные для понимания их сущности и особенностей:

- а) целевую ориентацию СИС; деятельность агентов нацелена на обеспечение конкурентоспособности СИС, которая, в свою очередь, складывается из конкурентоспособности секторальной науки, технологий и продукции;
- б) основу, на которой «строится» СИС и которая в значительной степени предопределяет коридор ее развития — единая база знаний, единая научная и технологическая парадигмы, которые влияют на режим познания, секторальные институты и технологии, механизмы взаимодействия между агентами, секторальные сети и соответственно на траекторию развития;
- в) те базовые особенности и характеристики, которые позволяют говорить о СИС как о системе, а не как о совокупности организаций, а именно, секторальные сети агентов;
- г) те основные виды деятельности, которые формируют сущность СИС, а именно — генерирование, трансферт, диффузия и использование знаний и инноваций;
- д) и наконец, в определении акценты делаются на том, что СИС не просто совокупность агентов и институтов, а сети агентов, развивающихся в определенной экономической, социальной и институциональной среде.

Прежде чем перейти к анализу и оценке СИС необходимо специфицировать ряд терминов, важных для понимания сущности ИС (национальных, секторальных, региональных), поскольку нет единого толкования базисных терминов, что тормозит дальнейший прогресс в развитии методологии и конкретных аналитических исследований. Такого рода разночтения сформировались в концепции ИИС и позднее мигрировали в концепцию секторальных и региональных инновационных систем. Общим для основоположников концепции стало понимание ИС как интеграции разнородных по целям и компетенциям организаций, занятых производством знаний и их конвертацией в рыночный продукт в пределах национальных границ.

Среди разработчиков концепции сформировался некоторый консенсус, что основными компонентами системы являются организации и институты, и важную роль играют взаимосвязи между организациями. Пожалуй, на этом консенсус заканчивается, и даже основные компоненты ИС (институты и организации) трактуются ими по-разному. Р. Нельсон и Н. Розенберг [18] понимают под институтами различные организации. Б. Лундвалл [15] и Ф. Малерба [16] рассматривают институты как «правила игры», включая в это понятие законы, ценности, нормы, традиции, правила, стандарты и т. д. Для такого разночтения есть основание, поскольку это понятие достаточно емкое. Мы будем понимать под институтами в узком смысле «правила игры», а в широком — организации и правила игры, поскольку целесообразно не «отрывать» законы, правила, стандарты от организаций, на регулирование которых они направлены.

Второй базисный термин — это организации; «под организациями понимаются формальные структуры, осознанно созданные для реализации определенных целей» [8]. Основатели концепции рассматривали организации как основные компоненты системы. Ф. Малерба внес уточнение в эту терминологию; он рассматривает «агентов» (организации и индивидуумов) в качестве основных игроков [16]. На мой взгляд эта корректировка уместная, поскольку индивидуумы являются носителями кодифицированных и некодифицируемых знаний, источником новых идей, группы индивидуумов могут формировать лоббирующие группы и т. д. Поэтому в статье будет использоваться термин «агенты» в трактовке Ф. Малербы.

Одним из ключевых вопросов в концепции остается вопрос о том, что делает СИС системой, а не конгломератом агентов. Постулаты системного анализа, теории сложности и эволюции позволяют выделить следующие характеристики, которыми должны обладать инновационные системы, чтобы называться системами:

- связанностью агентов; агенты не являются автономными структурами, они взаимозависимы; их траектория предопределяется не только их собственными мотивациями и действиями, но и действиями других агентов;
- агенты должны быть ориентированы на выполнение определенной миссии СИС в экономике и в ИИС, то есть «объединены общими функциями»;
- СИС должна иметь институциональные границы, внутреннюю структуру и развиваться, коэволюционируя с внешней средой.

Связанность агентов является важнейшей характеристикой системы, поскольку СИС представляет собой не просто некую совокупность организаций, а совокупность агентов с общей траекторией развития, нелинейными обратными связями и распределением компетенций. По моему мнению, основой связанности агентов служит единая научная и технологическая парадигма, которые задают коридор развития базы знаний, базисных технологий и секторальной продукции и предопределяют секторальный режим познания, технологический режим и секторальные институты,

а также их ориентация на реализацию определенной миссии СИС. Связанность агентов СИС реализуется через механизмы взаимодействия между ними и сформировавшиеся сети.

Многие ученые пытались ответить на следующие центральные для понимания сущности инновационных систем вопросы: каковы институциональные границы системы, какие институты и организации должны быть включены в границы системы, а какие из них отнесены к внешней среде. При ее решении начать следует с того, что существует опасность включения в инновационную систему страны всех социальных, экономических и политических институтов, поскольку значительная их часть влияет на поток инноваций и инновационную деятельность. Ч. Эдквист отмечал, что вся социально-экономическая система не может быть включена в инновационную систему, вопрос в том, какие ее компоненты должны быть включены [9]. Автор разделяет эту точку зрения, в этом и состоит суть проблемы институциональных границ ИС. При ее решении в еще большее заблуждение ввел так называемый «узкий» и «широкий» подходы к определению границ НИС, которые были представлены ОЭСР. В соответствии с первым подходом ОЭСР выделило следующие структуры, которые должны быть включены в НИС: «правительственные структуры, разрабатывающие и осуществляющие инновационную политику, институты, формирующие мост между правительственными структурами и исследовательскими организациями (научные советы, научные ассоциации), частные компании, университеты, которые производят знания и квалифицированные кадры, другие государственные и частные компании» [17]. В такой трактовке ОЭСР четко выделены лишь правительственные структуры, университеты и компании производственного сектора. «Широкое» определение НИС включает в дополнение к перечисленным выше компонентам все «экономические, социальные и политические институты, а именно, финансовую систему, монетарную политику, систему образования, рынок труда и регулирующие структуры» [17], то есть опять-таки не специфицировано — что должно быть включено и главное почему. На мой взгляд, эти работы ОЭСР затянули исследование этих важных основ ИС. Несмотря на это, нельзя сказать, что они не были поставлены на повестку дня. Ряд авторов пытались очертить границы ИС и выделить основные функциональные блоки [13, 14]. Ч. Эдквист отмечал, что такого рода попытки основывались на интуиции и опыте авторов [9]. По моему мнению, ученые в состав основных функциональных блоков включали и институты, которые формируют институциональную структуру (компании, научные организации), и одновременно компоненты системы, которые выполняют важные функции в ходе эволюции и функционирования системы (сети, например). На мой взгляд, необходимо разграничивать эти вопросы. Проведенные автором исследования показали, что следует использовать два подхода; один должен быть нацелен на выявление институтов, которые следует включить в границы ИС, фактически, на картирование основных институтов (организации и правила игры, по которым они функционируют), на создание институциональной модели

системы, а другой — на те компоненты (эволюционные блоки), которые детерминируют эволюцию системы.

Опираясь на ряд эмпирических исследований развития ИС, автором разработаны два подхода к исследованию эволюции и трансформации, к анализу и управлению СИС, которые основываются на рассмотрении СИС как открытой, сложной, адаптивной, развивающейся системы с нелинейными взаимосвязями между агентами [1]. Первый подход — институциональный; он фокусируется на базисных институциональных подсистемах/блоках СИС и предназначен для картирования и исследования зарождения, развития, трансформации и адаптации основных институтов (в широком контексте как организаций и правил игры), для очерчивания институциональной структуры и институциональных границ СИС. Все институты дополняют друг друга и в совокупности обеспечивают выполнение основных функций, возложенных на систему. Второй подход — эволюционный; в нем выделяются базисные эволюционные подсистемы, играющие ключевую роль в эволюции, трансформации и адаптации ИС; он дает возможность понять и оценить внутреннюю динамику системы, взаимосвязи между основными базисными подсистемами/блоками и агентами в эволюционном контексте, а также взаимодействие СИС с внешней средой [1]. Оба подхода дополняют друг друга и создают основу для более глубокого исследования механизмов развития СИС как целостных иерархических систем, которые одновременно являются уязвимыми и устойчивыми, могут демонстрировать хаотическую динамику и согласованные упреждающие стратегии. В этой статье я более подробно остановлюсь на институциональном подходе.

## Институциональная модель СИС

Для разработки институциональной модели, прежде всего, следует определиться с двумя вопросами: каковы основные функции, реализуемые агентами в границах ИС, и каковы критерии включения организаций в границы системы. Основными функциями СИС являются: «генерирование, диффузия и использование знаний и инноваций»; в этом вопросе, пожалуй, уже сформировался консенсус среди ученых. Вопрос о критериях остался в тени, поскольку на протяжении многих лет использовался «узкий» и «широкий» подход к определению НИС. Несмотря на это, вопрос о критериях не был совсем обойден вниманием ученых. Ч. Эдквист и Ф. Малерба предложили в качестве критерия использовать связанность организаций. Сам по себе подход очень интересный, но он не решает проблему. Если рассматривать «связанность» с позиции взаимосвязей между различными организациями, то, например, в некоторых странах связи между наукой и производственными компаниями слабые, однако из этого не следует делать выводы, что компании не должны быть включены в границы ИС, напротив, необходимо стимулировать формирование этих взаимосвязей. На мой взгляд, основным критерием может служить непосредственное выполнение организациями функций по производству, диффузии и использованию знаний и инноваций, по регулированию этих

процессов. Основываясь на этом критерии, автором в 2000 г. в ходе реализации первого в России проекта по национальным инновационным системам, который финансировался Минобрнаукой, были выделены следующие подсистемы НИС [2, 12], которые формируют ее институциональную модель и очерчивают институциональные границы:

- организации, обеспечивающие производство знаний;
- производственный сектор системы;
- институты, осуществляющие диффузию знаний, инноваций, информации и «обеспечивающие» инновационную деятельность агентов;
- институты финансовой инфраструктуры, финансирующие генерацию, диффузию и использование знаний и инноваций;
- институты, регулирующие развитие инновационных систем.

Несмотря на страновые различия и разнообразие ИС, в любой стране и в любой системе можно выделить институты, генерирующие знания и инновации, обеспечивающие их диффузию и использование, структуры, финансирующие и регулирующие инновационные процессы, а также институты, обеспечивающие инновационную деятельность агентов.

Этот подход был использован автором для формирования институциональной модели СИС в области нанотехнологий (СИСн) [11] и в проекте NANORUCER 7-ой Рамочной программы ЕС [10]. Он оказался работоспособным не только для НИС, но и для СИС. Институциональная модель СИСн России представлена на рис. 1. Такой подход позволяет выявить и исследовать институциональную структуру, роль различных министерств, ведомств и других структур в регулировании СИС, вес государственного и частного сектора в финансировании и проведении ИиР, уровень развития институтов трансфера технологий и финансовой инфраструктуры, развитие компаний производственного сектора, а также институциональные пробелы и диспропорции в секторальной инновационной системе. Он дает возможность также очертить институциональные границы СИСн. Этот подход может быть использован для мониторинга институциональных изменений и для бенчмаркинга. Мы использовали его для бенчмаркинга институциональной структуры СИСн России и ЕС. Для этих целей на рис. 1 в скобках представлены институты СИСн ЕС. Российские институты были выявлены автором в ходе реализации проекта NANORUCER. Данные о европейских институтах были заимствованы автором у Nanoforum European Nanotechnology Gateway.

Первые два блока на рис. 1 дают представление о *системе управления СИСн*, о том, какие министерства и ведомства включены в общую систему управления СИСн, какие межведомственные, координирующие, консультативные советы, комиссии созданы для регулирования развития нанотехнологий. В СИСн России координационные механизмы между структурами федерального уровня запущены через Совет при Президенте по модернизации экономики и инновационному развитию, Межведомственный научно-технический совет по проблеме нанотехнологий и наноматериалов

и Программу развития nanoиндустрии до 2015 г. Зарождается сетевой механизм селекции и принятия решений, адекватный СИС нового уровня сложности; в состав субъектов политики включаются чиновники структур власти, ученые, корпоративный сектор и неправительственные организации. Статус ученых, корпораций и неправительственных организаций в системе принятия решений размыт, и это ограничивает их влияние на принимаемые решения. Ведомственные барьеры и коррупция препятствуют разработке и реализации скоординированных действий. Государственная политика не является достаточно адаптивной и прозрачной; в правовой базе однозначно не сформулирована ответственность структур власти за достижение поставленных целей, система мониторинга за изменениями во внешней среде и в развитии СИСн находится в стадии формирования, нет необходимой информационной базы и моделей оценки глобальных и внутренних вызовов и их влияния на развитие СИСн. В 2009 г. Президентом РФ сформулированы приоритеты модернизации экономики, к которым отнесены ИКТ, ядерные технологии, энергоэффективность, медицинская техника и фармацевтика и космические технологии. В их развитии нанотехнологии могут сыграть особую роль, но это не нашло отражения в правительственных документах, поэтому у структур власти нет обязательств и мотиваций рассматривать нанотехнологии как платформу развития выделенных приоритетов.

*Финансовая инфраструктура СИС* создает финансовую основу для развития ИС. На эмбриональной стадии развития в СИС обычно учреждаются специализированные фонды или же трансформируются традиционные финансовые институты НИС с тем, чтобы удовлетворить финансовые запросы новых агентов. Все институты финансовой инфраструктуры СИСн России (рис. 1, 3-й уровень) поддерживают развитие нанотехнологий, но они не возведены в ранг приоритетов; их модель трансформируется в соответствие со спецификой научной и технологической парадигмы СИСн. Выявлены следующие факторы, сформировавшиеся в НИС, влияющие на финансовую систему СИСн:

- 1) развитие финансовой инфраструктуры НИС,
- 2) модель венчурного инвестирования,
- 3) интегрированность финансовых институтов в НИС,
- 4) уровень развития сетевой модели финансирования,
- 5) человеческий капитал.

Основными проблемами в их деятельности являются коррумпированность, недостаточная концентрация на приоритетах и размытость приоритетов в части развития отдельных технологических областей, недостаток квалифицированных кадров. Венчурный капитал играет критическую роль. Автором в проекте NANORUCER был проведен очередной раунд мониторинга и картирования венчурных фондов (российских и иностранных), которые работали на российском рынке. Анализ деятельности фондов и интервью с менеджерами позволили выявить фонды, которые инвестировали в наноконпании. По сравнению с на-

# ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

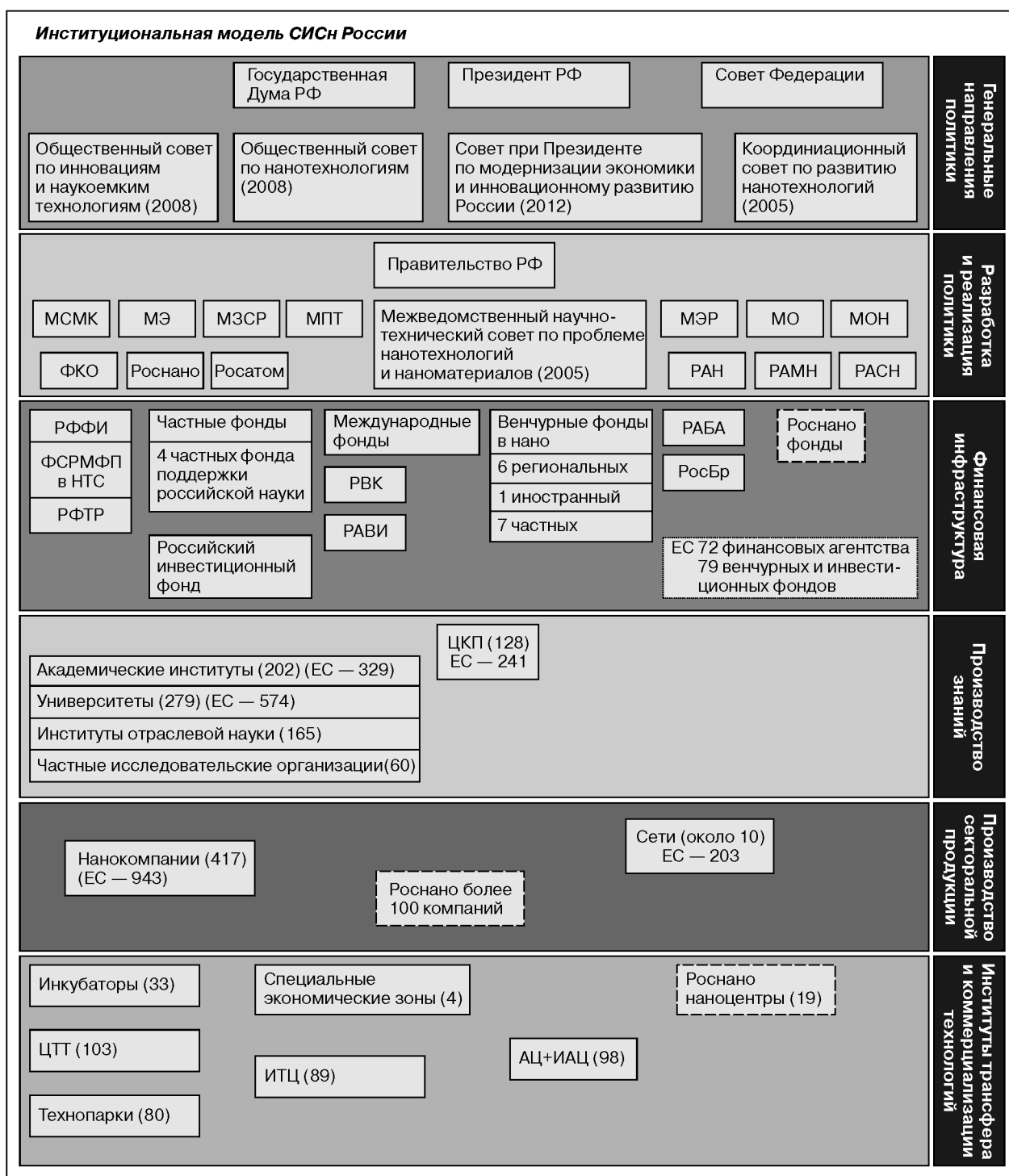


Рис. 1. Институциональная структура СИСн России

Обозначения: МСМК – Министерство связи и массовых коммуникаций РФ; МЭ – Министерство энергетики РФ; МЗСР – Министерство здравоохранения и социального развития РФ; МПТ – Министерство промышленности и торговли РФ; МЭР – Министерство экономического развития РФ; МО – Министерство обороны РФ; МОН – Министерство образования и науки РФ; ФКО – Федеральное космическое агентство; РАН – Российская академия наук; РАМН – Российская академия медицинских наук; РАСН – Российская академия сельскохозяйственных наук; РФФИ – Российский фонд фундаментальных исследований; РФТР – Российский фонд технологического развития; ФСРМФП в НТС – Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере; РАБА – Российская ассоциация бизнес-ангелов; ИЦ – информационные центры; ИАЦ – информационно-аналитические центры

чалом 2008 г. количество фондов увеличилось в два раза, а доля фондов с инвестициями в «нано» в общем числе венчурных фондов уменьшилась [3]. В региональном разрезе около половины фондов, работавших на поле нанотехнологии, были зарегистрированы в

Москве, четыре фонда – в ПФО, остальные в УФО, СФО и СЗФО (см. рис. 2). Около 50% фондов – это корпоративные фонды, один учрежден иностранным венчурным капиталом, остальные – российские фонды с государственным участием. Корпорация Роснано



Рис. 2. Распределение венчурных фондов по субъектам федерации

Источник: [10]

превращается в активного игрока; она создает российские и международные специализированные фонды. Количество и разнообразие фондов увеличивается. Они начинают формировать взаимосвязи с наукой, ЦТТ, инкубаторами; плотность взаимосвязей растет. Интервью с менеджерами показали, что основными их проблемами являются недостаток квалифицированных менеджеров и проектов, привлекательных для бизнеса, высокие риски.

Недостаточный уровень развития финансовой инфраструктуры компенсируется государственными инвестициями в нанотехнологии. В России доля бюджетных ассигнований в нанотехнологии в 2011 г. взяла планку в 20% от общих мировых бюджетных инвестиций. На мой взгляд, оценивая масштабы вливаний в нанотехнологии, следует учитывать, что доля России в основных мировых экономических и научных индикаторах достаточно скромная. На этапе перехода к экономике, основанной на знаниях, большинство развитых и развивающихся стран наращивают расходы на развитие науки и увеличивают инвестиции в нанотехнологии. В США, Корее, Японии, Германии и Франции доля внутренних расходов на ИиР в глобальных расходах на ИиР превосходит долю ВВП страны в мировом ВВП; в ЕС-27 эти пропорции находятся приблизительно на одном уровне — около 25%. Это свидетельство того, что страны ускоренными темпами формируют базу знаний для развития новой экономики и планируют бороться за лидерство на новых нишах технологического рынка (см. рис. 3). В России доля внутренних расходов на ИиР в глобальных расходах на ИиР почти что в два раза ниже, чем доля страны в глобальном ВВП; это индикатор того, что в стране закладывается технологическое отставание от основных технологических держав мира. Поскольку нанотехнологии являются базисными технологиями нового долгосрочного цикла, то у многих стран (Китай, Корея, ЕС-27) доля бюджетных инвестиций в нанотехнологии в глобальных бюджетных инвестициях в развитие нанотехнологий превышает долю расходов на ИиР в глобальных внутренних затратах на ИиР. Таким образом, для России доля в 20% в общих глобальных инвестициях в нанотехнологии — результат беспрецедентный.

Секторальная система ИиР находится на том этапе, когда формируется ее институциональная структура, сети, система управления и траектория развития,

которая во многом предопределяется спецификой нанотехнологий и сформировавшейся моделью сферы ИиР России. Сканирование, мониторинг и картирование научных организаций СИСн России показали, что институциональная структура секторальной сферы ИиР хорошо развита и включает более 700 научных структур (рис. 1, 4-й уровень). Она отличается быстрыми институциональными изменениями. Если первоначально наноисследования проводились в академическом секторе, в некоторых маститых университетах и организациях министерств и ведомств [7], то за последние несколько лет в вузовском секторе постепенно стали создаваться исследовательские центры, институты, лаборатории; начало увеличиваться количество организаций в частном секторе. В академическом секторе учреждаются специализированные центры, лаборатории и даже институты для проведения наноисследований.

Российские научные организации проводят ИиР во всех нанообластях (см. рис. 4), а многие из них — в двух и более нанообластях. Следует отметить, что по направлениям исследований научный потенциал распределен неравномерно; лидирующим направлением являлись наноматериалы, а аутсайдером — метрология. В области наноматериалов ИиР проводили около 70% организаций. Напротив, по направлению метрологии ИиР осуществляли около 5,5% научных организаций; если сравнивать это направление с лидером (с наноматериалами), то по количеству научных организаций наноматериалы превосходят метрологию в 12,5 раза.

Количество публикаций российских ученых в области нанотехнологий растет, равно как и количество авторов, но вклад России в формирование глобальной базы знаний снижается, равно как и ее продуктивность. Российская наука теряет позиции на международной арене, ее ранг снизился с 5-го места в 1990-е гг. до 10-го места в мире в 2011 г. Области специализации являются нанофизика, нанохимия, и наноматериалы, на них приходится более 80% российских публикаций. В зарождающихся областях — нанооптика, наноматериалы и наномоделирование — российская наноэкономика может попасть в состав лидеров на мировой арене

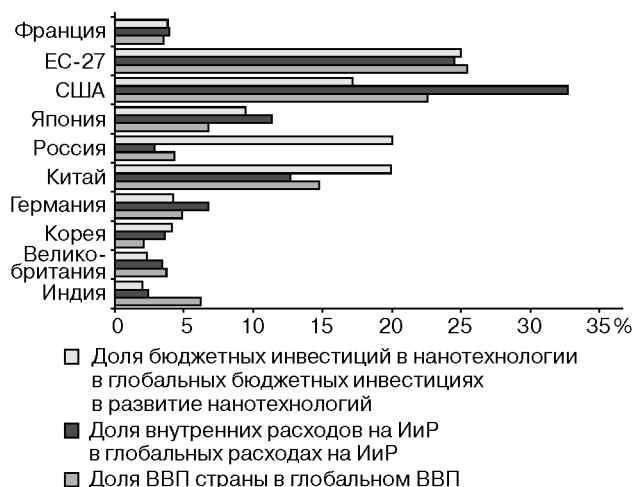


Рис. 3. Положение стран и регионов — лидеров в развитии экономики, науки и нанотехнологий

Источник: расчеты проведены автором на основании данных NanoМониторинг ЕС и LUX Research

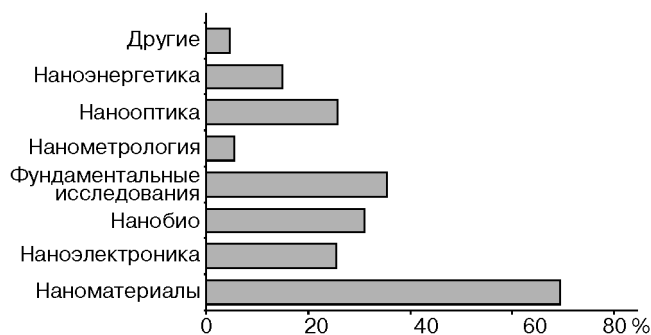


Рис. 4. Распределение организаций по нанобластям  
Источник: [10]

(Россия занимает 3–5 позиции в мировой таблице о рангах). Анализ патентной информации показал, что количество патентных заявок в области нанотехнологий за 2000-е гг. увеличилось почти что в 4 раза, страна занимает 6-е место в мире, однако по патентованию в иностранных патентных агентствах, Россия остается далеко позади многих стран мира, что является индикатором не проработанности внешнеэкономических стратегий. Опрос научных организаций показал, что на патентную активность влияют следующие факторы: правовые (не урегулирован вопрос о правах на интеллектуальную собственность, проводившихся на бюджетные средства), мотивации юридических и физических лиц, защита объектов интеллектуальной собственности от копирования. Это общие проблемы для НИС России.

Критической проблемой является коммерциализация результатов НИОКР. В экономике, основанной на знаниях, традиционная роль научных организаций в качестве генератора, производителя и распространителя знаний меняется; они все в большей степени должны принимать на себя ответственность за преобразование знаний в рыночный продукт. Принятые правовые документы (Федеральный закон № 217-ФЗ) формируют более благоприятные условия, однако ряд проблем

тормозит коммерциализацию результатов НИОКР. Проведенный автором опрос научных организаций позволил специфицировать эти проблемы (см. рис. 5).

Ключевыми проблемами для респондентов являются недостаток финансирования, отсутствие опыта коммерциализации и административные барьеры (50, 30 и 22% респондентов соответственно отнесли их к экстремальным проблемам). Это проблемы первого эшелона. В составе проблем второго эшелона оказались недостаток инкубаторов и венчурных фондов, отсутствие интереса у исследователей для получения патента, отсутствие интереса к коммерциализации своих ИиР, недостаточная защита интеллектуальной собственности; большинство респондентов отнесли эти проблемы к числу острых или умеренных. Культурные проблемы (отсутствие предпринимательских традиций в научной среде, недостаточное количество ученых, готовых совмещать карьеру ученого и бизнесмена) и некоторые проблемы, унаследованные от советской модели НИС (недостаточная мобильность кадров, слабые связи между наукой и бизнесом) также препятствуют преобразованию знаний в рыночный продукт.

Для коммерциализации результатов НИОКР научные структуры, как правило, нуждаются в финансовых ресурсах для разработки опытных образцов, получения патента и т. д. Однако, прежде чем перейти к этапу коммерциализации, необходимо произвести новые знания, необходимо инвестировать в науку. В США в среднем одна спин-офф компания приходится на \$150 млн инвестиций в ИиР, а если рассматривать наиболее продуктивные научные структуры, то планка опустится до \$50 млн. В Австралии одна спин-офф компания зарождается из инвестиций в науку в размере \$303 млн, а для наиболее активных научных структур эта планка составляет \$113 млн. В ходе опроса научных организаций автором были проведены такого рода расчеты для научных орга-

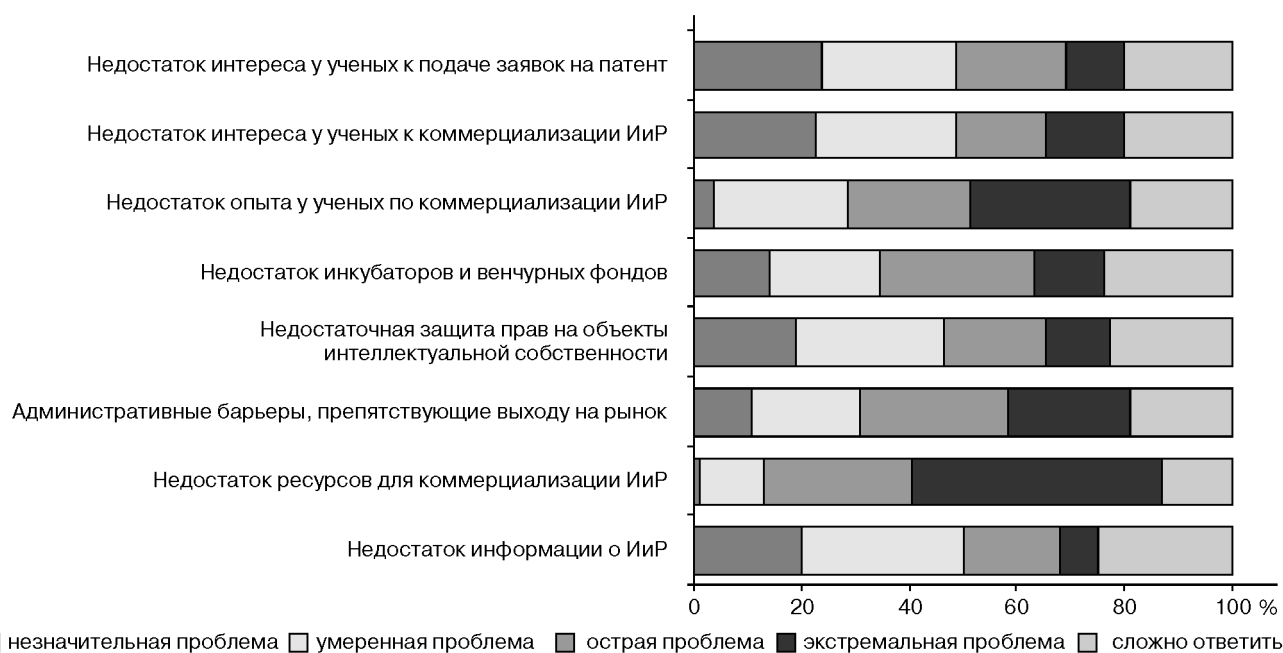


Рис. 5. Проблемы, препятствующие трансферу и коммерциализации результатов НИОКР

Источник: [10]

низаций СИСн России. В России одна спин-офф компания создается из инвестиций в науку в размере 45 млн руб. (около \$1,5 млн), а в наиболее успешных организациях — около \$33 тыс. Можно ли сделать из этого вывод, что российская наука более ориентирована на рыночный результат?

Проведенный анализ показал, что в сфере ИиР накопились проблемы, которые не позволяют интенсифицировать производство знаний. Часть из них унаследована от советских времен (неравномерное распределение научного потенциала по регионам РФ, фрагментарность, все еще недостаточно эффективное взаимодействие между секторами науки, слабый корпоративный сектор), ряд проблем обусловлены глобализацией науки (утечка умов, аутсорсинг), некоторые сформировались и набрали силу в результате неадекватных мер структур власти (постарение научного персонала, снижение мирового рейтинга по публикациям, недостаток квалифицированных кадров), и наконец, некоторые уходят своими корнями в специфику нанотехнологий (мульти- и междисциплинарность, специальные требования к научной инфраструктуре; они поставлены на повестку дня научной и технологическими парадигмами, на которых основывается развитие нанотехнологий) [5].

Уровень развития инновационной инфраструктуры НИС влияет на трансферт и диффузию знаний и инноваций в СИСн, формируется сетевая модель их функционирования (рис. 1, 6-й уровень). Все институты инновационной инфраструктуры СИСн России оказывают поддержку нанотехнологиям, но они не возведены в ранг приоритетных. Критическую роль в развитии СИСн играют инкубаторы. В результате сканирования, мониторинга и интервью с руководителями инкубаторов, проведенных при реализации проекта NANORUCER, было выявлено, что 33 инкубатора имеют в своих стенах около 80 наноконструкций, основная их часть концентрируется в технологических инкубаторах. Модель инкубаторов трансформируется в соответствии со спецификой наноконструкций, меняется набор услуг и плотность сетей. Наноконструкции подталкивают формирование сетевой модели института бизнес-инкубаторов, а также развитие специализированных инкубаторов и «инкубаторов без стен» в НИС России, то есть их разнообразие меняется.

Производственный сектор СИСн является быстрорастущим (рис. 1, 5-й уровень). Проведенное автором сканирование и мониторинг российских наноконструкций показали, что на рынке работает около 400 наноконструкций; поскольку рынок развивается за счет роста спин-оффс, распределение нанонауки по регионам предопределяет их региональное распределение. Опрос наноконструкций показал:

- 1) российский рынок развивается в русле тенденций мирового рынка; доминируют малые предприятия, но их доля (около 90%) выше, чем в среднем на мировом рынке (около 70%);
- 2) у значительной части компаний (более 60%) ученые являются соучредителями;
- 3) мотивации крупного бизнеса обусловлены обострением конкуренции и потребностью диверсифицировать свою деятельность;

- 4) среди потребителей нанопродукции высока доля авиационно-космического сектора (52%), энергетики (52%), обрабатывающей (54%) и химической промышленности (50%), а низкой остается доля пищевой промышленности и ИКТ сектора, т. е. структура экономики влияет на нанорынок;
- 5) нерегулируемый поток иностранных технологий тормозит развитие бизнеса;
- 6) ключевыми проблемами являются высокие ставки по банковским кредитам, недостаток квалифицированного персонала, административные барьеры, вялый спрос на рынке и высокий уровень неопределенностей, т. е. общая экономическая ситуация и специфика эмбриональной стадии СИСн России.

Уже на эмбриональной стадии в СИСн сформировались следующие структурные сдвиги:

- 1) в сфере ИиР сдвиг:
  - i) в пользу нанобиотехнологий и нанооптики; выявлены новые зарождающиеся технологические области (наномагнетики, наномоделирование);
  - ii) в сторону роста значимости вузовского и частного секторов науки в наноисследованиях;
  - iii) роста значимости прикладных исследований и коммерциализации ИиР;
- 2) в производственном секторе:
  - i) увеличилась доля крупных компаний;
  - ii) растет вес Азиатско-Тихоокеанского региона в экспортных стратегиях наноконструкций. СИСн России остается институционально рассбалансированной. В ней выявлен недостаток инкубаторов (около 13 малых предприятий на инкубатор); более того, инкубаторы являются неспециализированными. ЦКП представлены репрезентативно, но имеющееся в них оборудование не соответствует структуре спроса.

Таким образом, несмотря на беспрецедентный рост инвестиций, СИСн России остается рассбалансированной, снижается ее продуктивность, Россия теряет позиции на мировой арене.

#### Список использованных источников

1. Н. В. Гапоненко. Теоретические основы исследования секторальных инновационных систем. М.: ИПРАН РАН, 2013.
2. Н. В. Гапоненко. Национальная инновационная система России: проблемы формирования и механизмы государственного регулирования: отчет НИР. М.: РИЭПП, 2000.
3. Н. В. Гапоненко. Венчурный капитал в секторальных инновационных системах // Микроэкономика, № 3, 2012.
4. Н. В. Гапоненко. Наноконструкции на российском рынке: тенденции, проблемы, стратегии // Инновации, № 6, 2012.
5. Н. В. Гапоненко. Россия в русле глобальной гонки за лидерство в нанотехнологиях // Инновации, № 12, 2007.
6. Н. В. Гапоненко. Инновации и инновационная политика в переходный период к новому технологическому порядку // Вопросы экономики, № 9, 1997.
7. Н. В. Гапоненко. Национальные стратегии развития нанонауки и создания сбалансированной секторальной инновационной системы в области нанотехнологий: правительственные инициативы в различных регионах мира // Экономические стратегии, № 1, 2008.
8. C. Edquist, M. McKelvey (eds.). Systems of Innovation: Growth, Competitiveness and Employment. UK.: Edward Elgar Publishing, 2000.



9. C. Edquist. The System of Innovation Approach and Innovation Policy: An Account of the State of the Art. Memo, 2011
10. N. V. Gaponenko. Assessment of Russian NN activity. Brussels: European Commission, NANORUCER, 2010.
11. N. Gaponenko. Building Balanced and Adoptive Sectoral Innovation System in Nanotechnology to Accelerate Scientific & Technological Breakthroughs and Improve Human Conditions. Washington DC.: Millennium Project, 2007.
12. N. Gaponenko. Russia: Towards a National Innovation System – Institutional Changes and Funding Mechanisms/From System Transformation towards European Integration. Ed. by Werner Meske. New Brunswick (USA) and London (UK): Transaction Publishers, 2004.
13. A. Johnson, S. Jacobsson. Inducement and Blocking Mechanisms in the Development of a New Industry: the Case of Renewable Energy Technology in Sweden. Technology and the Market. Demand. Users and Innovation. R. Coombs, et al., Eds. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2001.
14. X. Liu, S. White. Comparing Innovation Systems: A Framework and Application to China's Transnational Context//Research Policy, № 30, 2001.
15. B. A. Lundvall. National Systems of Innovation. London.: F. Pinter, 1993.
16. F. Malerba. Sectoral Systems of Innovation and Production//Research Policy, № 31, 2002.
17. Managing National Innovation System. Paris: OECD, 1999.
18. R. Nelson, N. Rosenberg. Technical Innovation and National Systems. National Innovation Systems: a Comparative Analysis. Ed. R. Nelson. New York: Oxford Un., 1993.

## **Concept of sectoral innovation system for economy modernization and improving competitiveness: methodological issues and Russian experience**

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

Sectoral innovation systems are explored as a networking, self-organizing, opened complex adaptive systems, marked by non-linear interactions between agents. Institutional approach, developed by the author, was used for the SIS in NN assessment. Information platform for the assessment was built in NANORUCER project of the EC 7th Framework program.

**Keywords:** sectoral innovation systems, agents, institutions, SIS institutional model, nanotechnology.

Пресс-релиз, 1 октября 2013 г.

## **Объявлен шорт-лист финалистов премии RUSNANOPRIZE-2013**

В Москве объявлен список финалистов премии RUSNANOPRIZE-2013 по направлению «Наноматериалы и модификация поверхности». Пять заявок, собравших максимальное число голосов в ходе заочного голосования международных экспертов, поступили на рассмотрение Комитета по присуждению премии. Награждение победителя RUSNANOPRIZE-2013 пройдет в рамках торжественной церемонии на площадке Форума «Открытые инновации» 1 ноября 2013 г.

Премия RUSNANOPRIZE, учрежденная в 2009 г. госкорпорацией «Роснано» (в настоящее время ОАО «Роснано») и Фондом инфраструктурных и образовательных программ, призвана привлечь общественное внимание к передовым научным разработкам в сфере нанотехнологий, внедренным в промышленное производство и доказавшим свою практическую значимость. RUSNANOPRIZE ежегодно присуждается изобретателям, ученым и разработчикам, являющимся авторами научно-технологической разработки в области нанотехнологий, и компаниям, внедрившим в производство в массовое производство с годовым объемом не менее \$10 млн и добившимся максимального коммерческого успеха за счет внедрения данного нововведения.

В 2013 г. международная премия в области нанотехнологий RUSNANOPRIZE присуждается по направлению «Наноматериалы и модификация поверхности». На соискание Премии поступили 38 заявок, из которых 23 были допущены к конкурсу по результатам предварительного отбора.

В результате заочного голосования Экспертной группы RUSNANOPRIZE сформирован шорт-лист, в который вошли пять номинантов.

Группа российских и американских ученых в составе профессоров Руслана Валиева, Гордона Лэнгдона и д. ф.-м. н. Георгия Рааба представила разработку «Объемные наноструктурированные металлические материалы, полученные методами интенсивной пластической деформации (ИПД)», внедренную в массовое производство наноматериалов для медицины и техники в России.

Комплекс исследовательского, контрольно-измерительного и метрологического оборудования нанометрового разрешения, разработанный д. т. н. Виктором Быковым, основан на технологии сканирующей зондовой микроскопии и используется в производстве наноматериалов и контроле их качества, разработке новых полупроводниковых материалов и нанoeлектронных устройств, других отраслях науки и инженерии.

Технология использования дисперсных элементарных частиц детонационных наноалмазов, представленная профессором Эйжи Осава, Амандой Барнард и Дином Хо, позволяет модифицировать свойства известных материалов и применяется как при создании медицинского оборудования, так и в машиностроении и инженерных сооружениях.

В шорт-лист Премии 2013 года также вошла разработка профессора Роберта Лангера, который в прошлом году возглавлял международный комитет по присуждению RUSNANOPRIZE в области медицины, фармакологии и биотехнологий.

Нанофазные керамические материалы, разработанные финалистом RUSNANOPRIZE 2013 профессором Ричардом Сайгелом и производимые корпорацией Nanophase Technologies, находят применение в автомобилестроении и электронике, производстве наружных покрытий, окон и пластика, а также в создании средств личной гигиены и ухода за животными.

В 2013 году в Комитет по присуждению премии RUSNANOPRIZE вошли ученые и представители инновационного бизнеса, добившиеся общепризнанных выдающихся результатов в области наноматериалов и модификации поверхности. Председателем Комитета в результате закрытого голосования его членов в 2013 г. избран председатель правления ОАО «Роснано» Анатолий Чубайс.

Узнать больше о Премии можно на сайте [www.rusnanoprize.org](http://www.rusnanoprize.org).

Информация о форуме — на сайте [www.forinnovations.org](http://www.forinnovations.org).