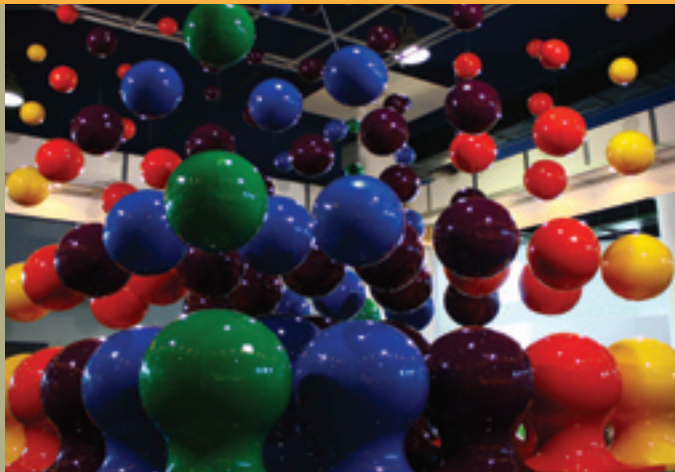


# Второй международный форум по нанотехнологиям

## Секция

### ФОРСАЙТ, ДОРОЖНЫЕ КАРТЫ И ИНДИКАТОРЫ



в области  
нанотехнологий  
и наноиндустрии



Слева направо: Михаил Рыгчев, Йен Майлс, Ханс Педерсен, Анатолий Афанасьев

**Второй международный Нанофорум-2009, проводимый ГК «Роснано», продолжил установившуюся практику многостороннего диалога по обсуждению перспектив наноиндустрии. Комплексному анализу подверглись все ключевые аспекты ее развития — исследования и разработки, инновации, рынки, подготовка кадров, стратегическое планирование.**

**Особенностью нынешнего форума стал акцент на вопросах коммерциализации нанотехнологий и их социально-экономических эффектах.**

**Традиционным в рамках Нанофорума стало проведение специальной секции «Форсайт, дорожные карты и индикаторы в области нанотехнологий и наноиндустрии», организованной Институтом статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) ГУ-ВШЭ.**

Круглый стол

7 октября 2009 г.

## Будущее нанотехнологий

Модератор — **Леонид Гохберг** (ГУ-ВШЭ, Россия)

Открывая работу круглого стола, **Л. Гохберг** обозначил темы для обсуждения:

- нанотехнологии в контексте глобальных проблем современности;
- будущее nanoиндустрии: тенденции и приоритеты;
- рынки nanoиндустрии: перспективы для России;
- сектор нанотехнологий – модель для модернизации сферы науки и технологий;
- научно-техническая и инновационная политика в сфере нанотехнологий.

В дискуссии участвовали **Михаил Рычев** (РНИЦ «Курчатовский институт»), **Йен Майлс** (Институт инновационных исследований, Университет Манчестера, Великобритания), **Ханс Педерсен** (Директорат по исследованиям Еврокомиссии), **Анатолий Афанасьев** (ГК «Роснанотех»). Выступающие отметили вклад нанотехнологий в развитие общества, решение глобальных проблем, таких как изменение климата, старение населения, борьба с болезнями и т. п.

В качестве важнейших факторов развития самих ИиР в области нанотехнологий и их последующей коммерциализации обозначено формирование технологической и институциональной инфраструктуры ИиР, а также адекватной инновационной политики.

**А. Афанасьев**, в частности, отметил, что проведение Форсайта, разработка дорожных карт и системы статистических индикаторов позволят ГК «Роснанотех» обеспечить в постоянном режиме проведение мониторинга и отобрать наиболее перспективные проекты для последующей финансовой поддержки. На роль фундаментальной науки в развитии нанотехнологий внимание участников обратил **М. Рычев**. Он дал оценку итогам проведенного Форсайт-центром ГУ-ВШЭ конкурса эссе молодых специалистов, в которых они выражали свое видение будущего нанотехнологий. В своем выступлении М. Рычев подчеркнул зависимость реализации амбициозных планов России и остального мира в области нано от понимания будущими специалистами процессов, происходящих на наноуровне. **Й. Майлс** выделил пять критических факторов, определяющих развитие nanoиндустрии: позиционирование нанотехнологий в качестве эффективного инструмента ответа на современные и будущие глобальные вызовы; организация площадок для постоянного диалога и обмена знаниями между заинтересованными сторонами, прежде всего наукой и бизнесом; идентификация профессиональных групп и проектов, связанных с исследованиями в этой сфере; развитие кадрового потенциала nanoиндустрии, вооружение будущих специалистов необходимыми техническими, этическими и проче-

го рода знаниями; внедрение новых политических практик, позволяющих снизить риски, связанные с развитием нанотехнологий, и способствующих их позитивному восприятию общественностью.

Далее работа секции проходила в виде трех последовательных сессий.

Сессия

7 октября 2009 г.

## Тенденции и политика в сфере возникающих технологий

Модераторы — **Михаил Рычев** (Российский научный центр «Курчатовский институт») и **Йен Майлс** (Институт инновационных исследований, Университет Манчестера, Великобритания)

Работа сессии стала органичным продолжением круглого стола. Ее открыл **Александр Наумов** (Департамент научно-технической и инновационной политики Минобрнауки России), который развил положения, обозначенные Йеном Майлсом, поскольку они уже актуализированы по президентской инициативе в правительственной программе развития nanoиндустрии РФ до 2015 г., федеральной целевой программе (ФЦП) по инфраструктуре и в соответствующем разделе ФЦП по исследованиям и разработкам, проектах, финансируемых ГК «Роснанотех» и специализированными фондами. Совокупный объем бюджета программ и проектов — 318 млрд руб., он охватывает весь цикл — от фундаментальных и прикладных исследований до производства.

**А. Наумов** отметил, что президентская инициатива полностью коррелируется с направлениями развития нанотехнологий в ведущих странах. В данный момент в России реализуется первый этап развития nanoиндустрии, предполагающий решение основных задач: создание новых рабочих мест, повышение качества медицинского обслуживания, улучшение экологической ситуации, снижение энергоемкости продукции.

В рамках решения первой задачи в 2007–2011 г. запланировано создать около 20 000 новых рабочих мест. Начаты работы по реконструкции и техническому перевооружению 10 головных организаций национальной нанотехнологической сети, которые призваны стать площадками для взаимодействия различных игроков. Несмотря на то что они составляют всего 10% от общего числа организаций, входящих в сеть, на их долю приходится более 90% общего объема продаж и 12% полученных патентов. Четверть из них уже оказывают услуги сторонним организациям, предоставляя оборудование для проведения исследований.

Сложные кризисные условия не мешают правительству возместить средства, недополученные в рамках реализации инициативы в 2008–2010 гг. В связи с кризисом обострилась и другая проблема — низкая вовлеченность бизнеса

в проекты. По мнению докладчика, снижение налогового бремени может стимулировать деятельность тех предприятий, которые инвестируют в высокотехнологичные разработки. Существуют пробелы и в развитии правовой базы, регулирующей сферу нанотехнологий, но они характерны для многих стран.

**Станислав Наумов** (Министерство промышленности и торговли Российской Федерации) рассказал о текущей деятельности и планах министерства по развитию перспективных технологических направлений в России. Он представил совместную с Минобрнауки инициативу по созданию новой системы подготовки специалистов, компетенции которых напрямую отвечают нуждам высокотехнологичных отраслей промышленности. Программой предусмотрен ряд специализированных проектов по подготовке кадров для сферы нанотехнологий.

Кроме того, министерство финансирует инновационные проекты в таких отраслях, как лесопереработка, химическая промышленность, металлургия, автомобилестроение и др., ежегодно выделяя в среднем около 2 млрд руб. Несмотря на текущий кризис, финансирование осуществляется не только в полном объеме, но дополнительно было выделено 2,3 млрд руб. на развитие новых проектов в фармацевтике, металлургии, сельскохозяйственном машиностроении. Подобная политика продемонстрировала свою эффективность, принесла совокупный доход от реализации готовой продукции порядка 12 млрд руб. На рынок выведено свыше 100 новых инновационных продуктов, получено 63 патента.

В рамках ФЦП по развитию национальной технологической базы создано 63 новые технологии и зарегистрировано 85 патентов. Среди них докладчик отметил проект по разработке фотопреобразователя солнечной энергии, созданного с применением нанотехнологий и имеющего уникальный КПД. В проекте, возглавляемом Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе, участвовали десятки научно-исследовательских институтов, входящих в национальную нанотехнологическую сеть. Стоимость предложенного научно-технологического решения в полтора-два раза ниже, чем у существующих аналогов, а по некоторым параметрам оно превосходит мировой уровень.

С. Наумов коснулся и планов на будущее десятилетие. Предусмотрено активное развитие населенных пунктов – центров высокотехнологичных производств — Зеленограда, Северодвинска, Набережных Челнов, Нижней Салды. Сформирована стратегия развития легкой промышленности, за-

вершается разработка стратегии для фармацевтической отрасли. В последнее важное место отведено нанотехнологиям, которые будут применяться при создании новых оригинальных препаратов и медицинских технологий.

Подытоживая свое выступление, С. Наумов подчеркнул важность правильной расстановки приоритетов развития, финансирования опережающих проектов и тесного взаимодействия государства и бизнеса.

**Джонатан Кэлоф** (Школа управления Телфэр, Университет Оттавы, Канада) и **Джек Смит** (Федеральная служба по Форсайту и инновационной стратегии Управления оборонных исследований Канады) представили новые инструменты, применяемые для разработки стратегий технологического развития. В современном мире эти нестандартные подходы уже активно используются и дополняют друг друга.

Речь шла о конкурентной технологической разведке (КТР) и стратегическом технологическом прогнозировании (СТП). Первая нацелена на выявление сигналов раннего предупреждения о зарождающихся тенденциях, новых продуктах, потенциальных рынках и рисках. Второе фокусируется не только на прогнозе технологий будущего, но и на оценке их стратегического значения. Эти концепции нацелены на выработку оптимальных решений в сфере науки, снижение рисков, выявление наиболее приемлемых моделей развития, но могут они применяться и в других ситуациях.

Преимущество рассматриваемых инструментов в том, что они интегрируют точки зрения специалистов из разных областей. Разница в основном касается целевой аудитории и временных рамок: Форсайт ориентируется на правительственные структуры и носит долгосрочный характер, а КТР — на корпоративный уровень и краткосрочную перспективу. Докладчики указали на положительный эффект от применения рассмотренных методов, который уже проявился в ряде стран, таких как Швеция, Франция, Великобритания и Ирландия, где они использовались при планировании научно-технологических бюджетов на уровне министерств.

Следующий выступавший — **Майкл Холман** (LUX Research, США), — представил прогноз рынков, экономической привлекательности и перспектив развития нанотехнологий, подготовленный его компанией на ближайшие 10 лет. Прогнозный период охватил три этапа. На первом этапе — 2004–2007 г. — нанотехнологии начали применяться в медицине, альтернативной энергетике и других областях; в текущем периоде — с 2008–2011 г. — их



Станислав Наумов

охват расширяется: от косметики до электроники и машиностроения; в 2012–2015 гг. в эту сферу волеется автопром и др.

Говоря о рыночных аспектах нанотехнологий, докладчик подчеркнул, что существенного экономического эффекта стоит ожидать лишь от революционных разработок на их основе, а не от усовершенствования отдельных свойств существующей продукции. В 2015 г. влияние нанотехнологий на промышленный сектор будет кардинально иным, чем сегодня. К этому времени общий объем доходов по всей цепочке создания стоимости нанопродуктов составит около 2.5 трлн долл.

М. Холман объяснил логику появления востребованных нанотехнологий, которая обусловлена необходимостью решений определенных глобальных проблем, например нехватки пресной воды. В связи с ростом мирового населения к 2030 г. потребление воды возрастет на 40%. Создание новых технологий ее очистки — масштабная задача, решением которой может стать использование керамических мембран в качестве фильтров для очистки. В энергетическом секторе нанотехнологии могут повысить эффективность солнечных батарей, в нефтегазовом — использоваться для разведки месторождений, повышения качества нефтепродуктов.

**Ханс Педерсен** (Директорат по исследованиям Еврокомиссии) рассказал о политике ЕС в области конвергентных технологий. Как заметил докладчик, подлинный потенциал нанотехнологий до конца еще не раскрыт, а новые коммерческие возможности появляются здесь не столь динамично, как в традиционных отраслях. Это объясняется особенностями самой нанонауки и переходом исследований на кардинально новый уровень, где ключевую роль играют комплексные, междисциплинарные и межотраслевые факторы. Применение нанотехнологий в промышленности требует более серьезных усилий, чем было необходимо ранее: более широкого охвата знаний, синтеза подходов и взаимодействия специалистов из разных сфер. Появляется спрос на новый класс специалистов, которые смогут работать со сверхсложными технологиями.

Докладчик подчеркнул, что на нынешней стадии нанотехнологии представляют собой скорее источник возможностей, нежели конечный продукт, и оперируют несформировавшимися цепочками создания стоимости. Еще предстоит выявить движущие силы рынка и способы применения нанотехнологий в промышленности.

Отдельным пунктом доклада стали программы развития. В частности, были рассмотрены Седьмая

рамочная программа ЕС (7РП), ее стратегия, приоритеты, направления, касающиеся наноиндустрии. Программа в основном оказывает поддержку тем исследованиям, от которых ожидают социального и экономического эффекта. К ним относятся разработки, направленные на решение проблем изменения климата, дефицита энергоресурсов, питьевой воды и продовольствия. Программой также предусмотрено финансирование проектов по развитию наномедицины, нанобиотехнологий, нанoeлектроники, нанofотоэлектроники и их комбинации для формирования производственной базы. В первые два года на них было потрачено почти 1.1 млрд евро, в будущем расходы только увеличатся. Евросоюз применяет интегрированный подход к развитию нанотехнологий, включающий научные исследования и разработки, коммерциализацию технологий, подготовку и повышение квалификации работников, решение этических проблем, укрепление международной кооперации. Одним из механизмов развития нанотехнологий в ЕС является новая нанотехнологическая платформа NANOfutures, роль которой — служить площадкой для взаимодействия компаний, исследовательских центров, университетов, малого бизнеса. **Х. Педерсен** представил совместные российско-европейские проекты в области безопасности, промышленного мониторинга и др.

**Павел Рудник** (ИСИЭЗ ГУ-ВШЭ) провел сопоставительный анализ нанотехнологической политики разных стран. Как правило, национальные стратегии обладают определенным портфелем инструментов политики и реализуются усилиями нескольких организаций. Акцент политических мер в тех или иных странах и

регионах зависит прежде всего от уровня развития нанотехнологий.

Свое выступление докладчик проиллюстрировал рядом характерных показателей. По данным Nanovip International Nanotechnology Business Directory, к концу 2008 г. в мире было зарегистрировано 1608 нанотехнологических компаний, более половины из них — американские. Что касается продуктов на основе нанотехнологий, то, по данным международного исследования Project on Emerging Nanotechnologies на август 2008 г., было выявлено 803 изделия, из них 426 были произведены американскими компаниями, 227 — восточноазиатскими, 108 — европейскими.

Кроме того, П. Рудник остановился на эффектах, оказанных кризисом на сферу нанотехнологий. Среди негативных факторов выделяются: значительное снижение компаниями затрат на исследования



Джонатан Кэллоф и Джек Смит

и разработки (ИиР), сокращение международной торговли, которое, в свою очередь, отрицательно сказалось на мировых производственных цепочках, вымывание высококвалифицированных кадров. Антикризисные меры почти во всех странах сосредоточены на поддержке развития инфраструктуры и научных исследований.

Выступление **Герда Бахмана** (Технологический центр VDI, Германия) было посвящено развитию nanoиндустрии в Германии. Он представил деловой ландшафт рассматриваемой сферы. Примерно 70% компаний возникло после 1985 г., именно в тот период технологии переключались из научных учреждений в производство. Сегодня в Германии насчитывается почти 750 компаний, которые занимаются разработкой и маркетингом новых нанопродуктов; 80% из них — малые и средние предприятия, работающие с наноматериалами, наноинструментами и др. Оборот наносектора в 2007 г. составил около 33 млрд евро, при этом национальные компании израсходовали на ИиР 4.7 млрд евро. Согласно прогнозам, к 2010 г. значительно возрастут инвестиции в соответствующие разработки, объемы продаж и численность квалифицированных специалистов. Г. Бахман заметил, что в последние годы в Германии проводятся серьезные исследования рисков, связанных с развитием определенных категорий нанопродукции. Наибольшие опасения среди населения вызывают продовольствие и косметика, содержащие наноконпоненты, в то же время респонденты спокойно относятся к соответствующей бытовой технике и медикаментам.

В докладе **Параса Прасада** (Институт лазеров, фотоники и биофотоники, США) был рассмотрен обзор тенденций и перспектив развития мировой nanoиндустрии. В частности, он отметил процесс консолидации усилий стран в рамках единых программ ИиР, а также высокую кадровую мобильность между странами и континентами.

Сессия

7 октября 2009 г.

## Форсайт и дорожные карты в сфере нанотехнологии

Модераторы — **Борис Салтыков** (Российский дом научно-технического сотрудничества и ГУ-ВШЭ) и **Джонатан Кэлоф** (Университет Оттавы, Канада)

**Александр Соколов** (ИСИЭЗ ГУ-ВШЭ) посвятил свой доклад предварительным результатам Форсайт-исследования перспективных рынков nanoиндустрии в России. Оно нацелено на определение перспективных продуктовых групп, оценку их новизны и сопоставление с мировым уровнем развития в отдельных направлениях. При этом учитываются время реализации новых технологий и инновационных продуктов на рынке, альтернативные технологические решения и политические меры

для поддержки развития. Результаты исследования, которое завершится весной 2010 г., лягут в основу построения технологических дорожных карт разного назначения — для промышленных секторов, социальной сферы, междисциплинарных приложений, продуктовых групп и т. п. Они могут иметь и более широкое применение в связи с их интеграцией в процессы формирования политики и принятия управленческих решений.

**Рафаэль Поппер** (Университет Манчестера, Великобритания) акцентировал внимание участников мероприятия на весьма актуальной теме — выявлении слабых сигналов в нанотехнологическом Форсайте. Слабые сигналы — далеко не для всех очевидные явления, они тесно связаны с так называемыми wild cards — событиями, возникающими без видимых предпосылок, но потенциально обладающими значительными эффектами. Система Wi-We (Wild cards — Weak signals) стимулирует анализ различных вариантов развития событий и их интерпретацию.

Существует множество способов использования слабых сигналов. В Манчестерском университете предложено пять этапов в изучении подобных явлений. Первый заключается в постановке целей, формировании перечня видов деятельности и секторов, которые предстоит исследовать, определении сфер применения нанотехнологий, их географического охвата. На втором этапе выстраиваются механизмы взаимодействия между заинтересованными сторонами, на третьем предполагается активное использование дорожной карты в сочетании с другими методами Форсайта. Четвертый этап состоит в принятии решений об осуществлении инвестиций, и пятый — в интеграции полученных результатов.

Р. Поппер на примерах объяснил, как работать со слабыми сигналами. Особо отмечена была важность всех источников информации, так или иначе связанных с исследовательской деятельностью, даже таких, как социальные сети, научная фантастика. Сейчас ведется работа по выделению ключевых слов в отношении слабых сигналов, проводятся их классификация, систематический анализ и картирование. Следующим шагом станет определение важности слабых сигналов для исследований и разработок. На их основе может быть сформирована стратегия исследований и разработок в сфере нанотехнологий и скорректирована существующая программа работ. Докладчик предостерег слушателей, что к слабым сигналам следует относиться с осторожностью и правильно их интерпретировать.

Доклад **Анатолия Афанасьева** (ГК «Роснано-тех») был посвящен роли Форсайта и дорожных карт в реализации стратегии и миссии корпорации. Он представил предварительные результаты проекта по формированию и реализации системы долгосрочного стратегического прогнозирования и мониторинга, который состоит из пяти этапов и должен завершиться к концу 2010 г. Его итогом должны стать разработка системы дорожных карт по основным направлениям развития nanoиндустрии, создание долгосрочного прогноза перспек-

тивных рынков для продуктов и технологий в сфере наноиндустрии, запуск системы статистического мониторинга сферы нанотехнологий. В разработке дорожных карт активно участвует более 400 ведущих российских экспертов, а также ряд зарубежных специалистов.

В настоящее время формируются девять дорожных карт — отраслевых и продуктовых — для следующих приоритетных направлений: светодиоды, атомный энергопромышленный комплекс, ракетно-космическая промышленность, авиастроение, медицина, очистка питьевой воды для населения, энергосбережение, углеволокно, катализаторы для нефтепереработки. Выбор указанных направлений обусловлен их высоким межсекторальным экономическим эффектом в средне- и долгосрочной перспективе, а также особой социальной значимостью таких областей, как энергосбережение, медицина, очистка воды. Выбор продуктовых групп был также обусловлен необходимостью оценки перспектив поданных в корпорацию заявок на реализацию проектов.

В настоящее время разработана и проходит оценку пилотная дорожная карта для производства светодиодов. Некоторые проекты, претендующие на финансирование корпорации, уже нашли свое место на этой карте.

В планах корпорации — разработка еще одной серии дорожных карт. На их основе будут сформированы технологические платформы по важнейшим направлениям инновационного развития. Ведется работа по созданию информационной базы на основе системы комплексного статистического мониторинга. Наконец, предполагается периодическая корректировка перспективных направлений технологического и инновационного развития на базе уточнения сформированных дорожных карт и разработки новых, а также экспертного мониторинга будущих ожидаемых достижений науки и технологий и оценки вероятных направлений их практического использования.

Подобная деятельность может осуществляться путем организации и координации работы технических комитетов по соответствующим дорожным картам или направлениям развития, создаваемым ГК «Роснано» совместно с другими заинтересованными организациями, в которых должны участвовать представители научного сообщества и бизнеса.

Процесс разработки упомянутых дорожных карт подробно описал в своем выступлении **Олег Карасев** (ИСИЭЗ ГУ-ВШЭ). Проект, реализуемый ГУ-ВШЭ, включает в себя разработку методики построения карты, подготовку информационных и аналитических материалов и собственно создание дорожных карт по секторам, тематическим направлениям и продуктовым группам. В их состав входят и бизнес-карты, отображающие источники потребительских свойств и прогнозы динамики перспективных рынков.

Докладчик подчеркнул, что дорожные карты формируются с учетом научно-технологических и рыночных аспектов развития нанотехнологий в долгосрочном периоде, что позволяет выявить возможности предметных областей и оценить эконо-

мическую эффективность нанотехнологий на фоне альтернативных способов достижения целей.

Дорожные карты состоят из двух блоков. Первый отображает возможные траектории развития сектора либо определенной продуктовой группы, технологии и научные исследования, ключевых партнеров и потенциальных потребителей.

Второй блок, или, другими словами, бизнес-карта, дополняет технологическую карту. В нем дается оценка экономических эффектов технологических направлений в сравнении с альтернативными вариантами. Здесь содержится прогноз ключевых потребительских характеристик продуктов, отражаются текущее состояние рынков, их ожидаемые объемы, степень конкурентоспособности разработки на фоне альтернатив, обеспечивающих те же потребительские свойства.

В ходе проекта выявлены два сценария, обусловленные пассивной либо активной политикой государства. Так, инерционный сценарий развития технологической области показал, что имеются неплохие рыночные перспективы, но они требуют динамичной политики государства по их реализации. Активный сценарий предполагает осуществление мер государственной поддержки отрасли.

**Джек Смит** (Федеральная служба по Форсайту и инновационной стратегии Управления оборонных исследований Канады) представил перспективные приложения, включающие широкий спектр возможностей конвергентных технологий, охватывающих технологические и социальные аспекты. Конвергенция, как правило, интегрирует нано-, био- и информационно-коммуникационные технологии. В каждой из этих областей выделяется несколько тенденций, определяющих ее развитие.

Докладчик привел пример базового тренда в ИКТ — развитие открытых социальных сетей с повышенной функциональностью. На их основе формируются сети глобального мониторинга погоды и климата, создаются интерактивные игры-тренажеры, адаптирующие специалистов и лиц, принимающих решения, к сложному технологическому будущему.

«Разработка конвергентных технологий откроет много новых возможностей, однако это произойдет в долгосрочной перспективе», подытожил свое выступление Д. Смит.

**Штефи Фридрихс** (Международная ассоциация нанотехнологической промышленности, Бельгия) ознакомила слушателей с результатами прогноза возникающих нанотехнологий. Он лег в основу плана индустриального развития нанотехнологий на предстоящие 15 лет с применением более сложных наноматериалов, структур и систем.

Темой доклада **Йена Майлса** (Университет Манчестера, Великобритания) явился такой актуальный фактор развития нанотехнологий, как подготовка кадров. Традиционная форма образования сегодня сталкивается со сложным вызовом: динамично развивающаяся nanoиндустрия проникает в самые разные сектора экономики, способствуя возникновению новых видов продукции и технологий, фор-

мированию новых рынков, обслуживание которых требует специфических профессиональных навыков. По замечанию Й. Майлса, опубликованные исследования в области компетенций для сферы нанотехнологий не дают полного определения понятия «наноэксперт». Требуется базовое представление о навыках, применяемых в процессе формирования рынка нанопродукции, и принципах их количественной и качественной оценки. Специалисты нового типа должны уметь руководить проектами и формировать междисциплинарные команды.

Серьезные затруднения возникают при попытках статистической оценки кадровой проблемы, в частности, в связи с тем, что специалисты в области нанотехнологий имеют разное образование. В качестве примера упоминалось исследование по выявлению спроса на специалистов в наноиндустрии, которое проводилось в США и содержало подробный анализ на разных уровнях: от самих компаний, до отдельных ученых и специалистов, задействованных в той или иной коррелирующей с «нано» области.

Коснулся Й. Майлс и такого явления, свойственного рынку, как мегаволна, охватывающая несколько последовательных этапов развития, в каждом из которых должны быть задействованы специалисты соответствующего профиля. Это оказывает прямое воздействие на формирование новых рабочих мест: каждый интервал «мегаволны» нуждается в людях с определенными навыками.

Кадровую тему продолжила **Динара Юсипова** (ИСИЭЗ ГУ-ВШЭ), рассказав о ведущемся в ГУ-ВШЭ Форсайт-исследовании спроса на кадры для сектора нанотехнологий. Исследование предполагает анализ направлений перспективного применения нанотехнологий и выявление наиболее востребованных компетенций, подразумевающих интегральную характеристику работника — сочетание знаний, умений, навыков и профессионального опыта. Были выделены категории работников, деятельность которых связана с созданием и использованием нанотехнологий: исследователи, инженеры-технологи, конструкторы, разработчики и технический персонал. В отдельную группу вошли компетенции, необходимые для тех работников, которые осуществляют маркетинг, финансовое проектирование, риск- и проект-менеджмент.

Как отмечено в докладе, существует два распространенных подхода: формирование образовательных стандартов в сфере высшего образования и разработка программ дополнительного образования (в том числе в формате спецкурсов). Они имеют наибольшее количество сторонников, что объясняется в первую очередь динамикой изменения технологий, которая сильно влияет на рынок труда. Профессиональные компетенции — реально действующий инструмент, который будет применяться для анализа кадрового спроса, актуализации содержания образовательных программ и организации подготовки специалистов в системе профессионального и дополнительного образования. В настоящее время предпочтение отдается специалистам с высшим об-

разованием, но постепенно формируется спрос и на кадры с начальным и средним профессиональным образованием. Среди форм повышения квалификации и подготовки специалистов наиболее популярны краткосрочные курсы и обучение без отрыва от производства.

**Стефан Фонаш** (Центр по образованию и использованию нанотехнологий, Университет штата Пенсильвания, США) рассказал об оригинальном подходе к дополнительному специализированному образованию. Представляемая им структура функционирует как уникальный образовательный центр коллективного пользования, предоставляющий университетам и колледжам нанотехнологическое оборудование. В его основе заложена идея «чистой комнаты»; он открыт для студентов из других университетов, которые могут использовать предоставленное оборудование непосредственно или дистанционно, с помощью Интернета. В связи с этим ведется разработка дистанционных курсов, по окончании которых выпускник получит степень магистра наук. Их старт запланирован осенью 2010 г.

**Озчан Саритас** (Университет Манчестера, Великобритания) представил практику системного прогнозирования развития социально ориентированных нанотехнологий. Сделав краткий экскурс в ретроспективу развития нанотехнологий, докладчик показал, что они получают широкое распространение во многих областях, но, с другой стороны, растет и скепсис по поводу перспектив их применения. Это обусловлено возможными рисками для окружающей среды и здоровья, а также спорными этическими и правовыми вопросами, связанными с массовым распространением нанотехнологий. В целом развитие нанотехнологий вписывается в общую схему технологической эволюции.

О. Саритас подробнее остановился на проекте Nanoplatt, инициированном в рамках 7РП, и предполагающем создание платформы для выработки решений относительно нанотехнологической сферы. Проект имеет несколько целей: создание новых систем управления, мотивация общества к участию в научно-технологическом развитии, идентификация потребностей и интересов участников цепочки создания стоимости. Уже на начальных этапах исследований и разработок производится оценка стратегий социального ориентирования нанотехнологий с привлечением общественности.

Сессия

8 октября 2009 г.

## Статистика возникающих технологий

Модератор — **Валерий Далин** (ГК «РоснаноТех»)

Сессия открылась докладом **Вейо-Исмо Ритолы** (Отдел статистики науки, технологий и инноваций Евростата), который представил систему европей-

ской статистики, сделав особый акцент на формировании индикаторов высокотехнологичных отраслей. Он заметил, что официальная европейская статистика медленно реагирует на динамично развивающуюся наноиндустрию. Введение новых показателей осложняется процедурой их согласования как между странами – членами ЕС, так и многочисленными службами. Поэтому на сегодняшний день Евростат не обладает достаточной статистической информацией в области нанотехнологий. Статистика ЕС включает несколько блоков: ИиР, инновации, кадры, высокотехнологичные сектора промышленности и интеллектуальные услуги, — формирующую основу «треугольника знаний», который образует базу для анализа и оценки политики ЕС.

Ключевой характеристикой видов экономической деятельности является их технологическая интенсивность, которая измеряется отношением затрат на ИиР к добавленной стоимости. Подход основан на классификации NACE, охватывающей все виды экономической деятельности.

Показатели высокотехнологичных секторов охватывают расходы на ИиР, занятость, инновационную деятельность, структуру предприятий, среднегодовой доход на душу населения в зависимости от пола, возраста и образования.

Продукты также характеризуются удельными затратами на ИиР. К высокотехнологичным частично относится продукция аэрокосмического сектора и фармацевтической промышленности, вычислительная техника, вооружение, электроника и средства телекоммуникаций. Индикаторы высокотехнологичной продукции включают: мировой объем импорта-экспорта и доли в нем отдельных стран; удельный вес продукции хай-тек в общем объеме экспорта той или иной страны; совокупный оборот между странами ЕС. Основную долю в структуре мирового экспорта высокотехнологичной продукции (60%) занимают компьютеры, офисное и телекоммуникационное оборудование.

Другим инструментом измерения уровня технологического развития служит патентная статистика. Большинство патентов, зарегистрированных в Европейском патентном ведомстве, связаны с ИКТ, полупроводниками, биотехнологиями, геной инженерией.

**Леонид Гохберг** (ГУ-ВШЭ) представил первые результаты работ по формированию российской статистики в области нанотехнологий, реализуемых ГУ-ВШЭ по заказу ГК «Роснанотех». Создание

статистических измерений отечественных нанотехнологий — фрагмент масштабного, комплексного процесса создания системы информационно-аналитического обеспечения в рассматриваемой сфере. Она должна предоставлять объективную картину состояния и развития наноиндустрии, стать информационной основой не только для ГК «Роснанотех», но и для широкого круга заинтересованных пользователей, способствовать принятию стратегических решений на всех этапах инновационного цикла. При этом она должна быть гибкой и совместимой с другими областями государственной статистики.

К настоящему моменту уже разработаны система определений и классификации, набор статистических показателей; внесены определенные дополнения в действующие статистические наблюдения.

Л. Гохберг привел статистические данные за 2008 г., согласно которым сегодня в России исследованиями и разработками в сфере нанотехнологий занимается более 450 организаций. Четверть из них относится к РАН, остальная часть представлена вузами и частными компаниями. Расходы на отечественные ИиР в области нанотехнологий составили более 11 млрд руб. (примерно 3% от совокупных затрат на науку). Исследованиями в этой сфере заняты около 15 тыс. человек, что составляет 4% численности персонала российской науки, при этом в вузах их вдвое



Вейо-Исмо Ритола

меньше, чем в предпринимательском секторе, а доля государственного сектора еще выше. В обозначенный период выявлено 67 завершенных нанотехнологических проектов — менее 8% от общего числа созданных промышленных технологий. Две трети из них являются, по сути, имитацией или адаптацией импортных технологических решений. Суммарный объем продаж инновационной продукции, связанной с нанотехнологиями, составил примерно 0.5 млрд руб.

Примечательно, что основная доля инновационной продукции с использованием нанотехнологий создается не в высокотехнологичных секторах. Первое место по этому показателю (38% общего объема продукции) занимает производство пищевых продуктов и напитков, в частности детского питания. Далее следует производство телекоммуникационного оборудования.

Дальнейшие перспективы становления статистики нанотехнологий связаны с организацией специализированного наблюдения. Его



прообразом стало пилотное обследование, подготовленное ГУ-ВШЭ и не имеющее аналогов в современной статистической практике, причем не только в России, но и в странах ОЭСР. Оно охватывает ИиР, коммерциализацию технологий, реализацию инновационных проектов в реальном секторе экономики, производство продукции и занятость в сфере нанотехнологий.

**Константин Фурсов** (ИСИЭЗ ГУ-ВШЭ) более детально остановился на классификации нанотехнологий и связанных с ними продуктов. Разработка классификации велась по трем объектам — направлениям, тематическим патентным группам, продуктам и услугам. Важным условием работы являлось обеспечение совместимости новых классификаций с действующим Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности. Это позволило выявить новые продукты, которые еще не представлены в действующей классификации, но уже присутствуют на рынке, например в виде экспериментальных образцов или разработок.

Всего выделено семь направлений нанотехнологий: наноматериалы, наноэлектроника, нанофотоника, нанобиотехнологии, наномедицина, методы и инструменты исследования и сертификации наноматериалов и наноустройств, технологии и специальное оборудование для опытного и промышленного производства наноматериалов и наноустройств. При создании классификации патентов учитывалась лучшая практика патентной статистики, в частности опыт патентных ведомств ЕС, США и Японии. Она совместима с Международной патентной классификацией, что позволяет проводить международные сопоставления.

Проекты классификаций в системе статистики являются одним из инструментов описания сферы нанотехнологий, позволяя обозначить этот сложный объект наблюдения и представить по единым принципам его внутреннюю структуру. Докладчик отметил, что разработанные классификации не являются изолированными, но подразумевают открытую развивающуюся систему, призванную обеспечивать пользователей достоверной и объективной аналитической информацией по разным аспектам развития нанотехнологий.

Выступление **Инны Халлер** (Фраунгоферовский Институт системных и инновационных исследований, Германия) было сконцентрировано на анализе динамики развития наукоемких рынков.

Рассмотрена базовая модель формирования рынка, охватывающая предложение технологий (technology push) и рыночный спрос (market pull). В ней учитываются оценка научной активности по статистике публикаций, измерение технологических разработок по количеству патентных заявок и выданных патентов, а также динамика внедрения технологий и объемов продаж.

На первой стадии, когда рынок еще не сформирован, основной упор делается на наполнение рынка технологиями и продуктами. На второй инновации базируются на рыночном спросе. В условиях четко определенных потребностей рынка производители ищут свободную нишу. Эволюцию рынка по приведенной модели И. Халлер проиллюстрировала на примере фотогальванических элементов, отталкиваясь от анализа качества солнечных модулей и изменения доли их производителей на рынке. К фазе предложения технологий относятся первые пять лет развития рынка, в течение которых наблюдается расхождение между потребительскими нуждами и параметрами имеющихся солнечных модулей. В фазе рыночного спроса уже четко виден положительный эффект от технологического усовершенствования продукции для расширения ее места на рынке. Была рассмотрена также эволюция взаимодействия научных сообществ, включающая изменение топологической структуры связей и характера партнерских отношений между отдельными исследователями и организациями. Результаты исследования выявили быстрый рост связей, особенно в фазе рыночного спроса, когда заметно возрастает общее число научных публикаций. Развитие сотрудничества на данном этапе способствует быстрому обмену информацией между исследователями. При переходе рынка из одной фазы в другую меняется состояние компаний. В фазе предложения технологий они нацелены на активное сотрудничество с университетами и исследовательскими центрами.

В условиях рыночного спроса компании перестают играть центральную роль в организации научного взаимодействия. Конкуренция вынуждает их уделять больше внимания интересам потребителей. Роль государства на каждом этапе развития рынка меняется. Из-за высокой неопределенности, присущей этапу предложений, компании снижают инновационную активность — в это время финансовая поддержка государства критически важна. На этапе спроса государственное вмешательство должно быть минимальным, иначе возникает риск нарушения рыночного равновесия, что может привести к монополизму отдельных игроков.

В заключительном докладе **Марсель Ван де Ворде** (Дельфтский университет, Нидерланды) представил обзор современного спектра применений наноматериалов в мире. По его мнению, основой для будущего успеха станут фундаментальные исследования, в которых важную роль сыграют наноматериалы третьего поколения и нанокompьютерное моделирование. Среди основополагающих принципов эффективного развития европейской наноиндустрии была отмечена важность учреждения центров совершенства в сфере нанонауки, технологий, и экономики, а также укрепления кооперации между университетами, исследовательскими центрами, компаниями-производителями и рынком. E

*Материал подготовили Н.А. Гавриличева и М.Г. Салазкин.*