

Ю. Д. Денисов

На современном этапе мирового развития в инновационный процесс вовлечены ресурсы беспрецедентно крупных масштабов. Так, только на научные исследования и разработки в мире ежегодно затрачивается около 1 трлн. долл. Хорошо понимая, что передовые технологии являются основой эффективности социально-экономического процесса, и правительства, и предприниматели высокоразвитых государств стремятся укреплять финансовую, кадровую и материальную базу науки. Не меньшее внимание уделяется производственной сфере, особенно, энергосбережению, а также распространению малоотходных и высокоточных технологий. Одновременно совершенствуются методы контроля качества, у персонала воспитывается потребность в непрерывном обучении и повышении квалификации.

Все это особенно хорошо видно на примере Японии, развивающей экономику на основе самых передовых и эффективных достижений мировой науки и инженерного искусства, что позволяет не только снижать производственные издержки, но и регулярно предоставлять массовому потребителю новые виды товаров и услуг. Именно инновации оказываются самым убедительным ответом японцев на многие вызовы, периодически испытывающие на прочность как экономику Японии, так и ее социально-политические институты. Однако следует отметить, что испытанный подход к решению сложных проблем развития за счет интенсификации инновационных процессов сегодня активно используется не только Японией, но и ее конкурентами, что способствует выравниванию позиций и больше не может служить для японцев стратегическим средством борьбы.

Поэтому для Японии становится исключительно важным консолидировать свой научно-технический потенциал, объединить усилия исследователей и разработчиков и сосредоточить их на наиболее актуальных и перспективных направлениях инновационного развития. В этих целях Совет по научно-технической политике Японии (Сого какаку гидзюцу кайги), а также министерство образования, культуры, спорта, науки и технологий (Монбукагакусё) уделяют постоянное внимание определению мировых научно-технических приоритетов, а также организационным мерам, необходимым для их последующей реализации.

Важнейшим официальным документом, в котором сконцентрированы основополагающие принципы научно-технической деятельности в стране,

является «Базовый закон о науке, технике и технологиях», вступивший в силу 15 ноября 1995 г. Он констатирует, что наука, техника и технологии формируют основы развития как японского общества, так и человечества в целом, и потому главная задача состоит в том, чтобы обеспечить более сбалансированное взаимодействие между различными научными направлениями, а также тесное сотрудничество между участниками исследовательского процесса. Закон требует, чтобы и государственные органы, и общество в целом постоянно проводили эту идею в жизнь. Он предписывает обеспечивать тесную кооперацию между государственными НИИ, вузами и частным сектором, а также указывает на обязательность поддержки и поощрения инициатив частного сектора при организации и проведении исследований и разработок.

Закон устанавливает, что основные положения государственной научно-технической политики должны систематически корректироваться и находить свое отражение в пятилетних «Базовых планах научно-технического развития»¹.

В законе отражены практически все факторы, на которых основывается современный научно-исследовательский процесс, указано, что они должны быть в центре внимания государственных структур и общества в целом, кроме того, подчеркнута необходимость существенно повысить общественный интерес к науке и ее результатам.

В настоящее время в индустриально развитых странах уделяется большое внимание согласованию и оптимизации процессов социально-экономического и научно-технического развития, определению масштабов и источников необходимых ресурсов. В связи с этим все большее значение приобретает деятельность правительственных учреждений, направленная на выявление наиболее актуальной тематики исследований и разработок. В Японии подобная деятельность осуществляется с 1971 г. на регулярной основе. Здесь с периодичностью один раз в пять лет производятся экспертные оценки весьма солидного «слоя» научно-технической тематики, а именно, актуальность различных научно-технических проблем в ближайшей и среднесрочной перспективе, а также вероятные сроки ее практической реализации. Последнее явилось основанием для того, чтобы рассматривать эти работы как прогнозы научно-технического развития, однако в настоящее время их принято характеризовать как «технологический форсайт» (от англ. «foresight» – предвидение).

Результаты выполненных экспертных оценок издаются в форме официального документа, в настоящее время – под грифом министерства образования, культуры, спорта, науки и технологий. В той или иной форме они публикуются в периодической прессе и вызывают в Японии широкий интерес. Содержащуюся в них информацию активно использует в своих целях предпринимательский сектор, особенно мелкие

¹ С 1 апреля 2006 г. в Японии действует третий «Базовый план» – на период 2006–2010 гг.

и средние фирмы, не имеющие высокоразвитых аналитических подразделений. Из нее они извлекают данные, характеризующие актуальность новейших научно-технических тем и направлений, возможные сроки и пути их практической реализации. Изучение этих материалов позволяет предпринимателям заблаговременно формировать приоритеты инновационной деятельности, создавать новые производства, устанавливать партнерские связи и т. д. Большой интерес результаты экспертного анализа представляют и для тех, кто участвует в формировании научно-технической политики на общенациональном уровне, поскольку по этим результатам можно судить, каким направлениям и на каком временном этапе целесообразно уделить наибольшее внимание.

Работы по выполнению подобного рода экспертных оценок в 1970–1990-е годы возглавляло Японское управление по науке и технике (Кагаку гидзюцу тё) – правительственный орган, обеспечивавший координацию научно-технической политики в общенациональных масштабах. С начала 2001 г. ответственным за эти работы стало министерство образования, культуры, спорта, науки и технологий, а ее непосредственное исполнение по-прежнему возлагается на Национальный институт научно-технической политики (NISTEP – National Institute of Science and Technology Policy), ставший одним из структурных подразделений министерства.

На содержание и направленность прогнозных исследований в Японии в немалой степени влияют результаты и выводы одного из наиболее авторитетных аналитических центров США – компании РЭНД. В начале 2006 г. она опубликовала свое очередное исследование по проблематике мирового научно-технического и инновационного развития – «Глобальная технологическая революция: 2020 г.». Оценка перспектив развития мирового сообщества до 2020 г. производилась как в научно-техническом, так и в социально-экономическом плане. Были проанализированы движущие силы современного инновационного процесса и препятствия на его пути. Параллельно обсуждался вопрос о том, какие страны и в каких конкретных областях будут выступать в качестве лидеров.

Эта работа обобщила результаты множества отдельных исследований основных областей мирового научно-технического развития, для чего был проведен детальный анализ статей в научной периодике и монографий, опубликованных наиболее авторитетными издательствами. Библиографический перечень содержит около 800 источников, на которые в тексте дается 623 ссылки. Эта работа, как и аналогичное исследование, выполненное корпорацией РЭНД пятью годами ранее, безусловно, является одним из наиболее успешных результатов аналитической деятельности специалистов развитых стран в области долгосрочного стратегического прогнозирования научно-технического и инновационного развития.

Был сделан вывод, что «глобальная технологическая революция» проявит себя наиболее существенным образом в четырех базовых областях научно-технологического прогресса, а именно, в сфере био- и нанотехнологий, в области новых материалов и в процессах информатизации. Также были выявлены 56 технологий, которые уже в ближайшей перспективе окажут глубокое и многостороннее влияние на формирование нового качества жизни – как ее материального уклада, так и социокультурного процесса. Из числа этих технологий было выделено 16 наиболее важных:

- 1) системы использования солнечной энергии;
 - 2) беспроводные средства подключения к телефонным линиям и Интернету;
 - 3) техника доступа к любым видам информации вне зависимости от места и времени;
 - 4) генетически модифицированные сельскохозяйственные культуры;
 - 5) техника биологического экспресс-анализа;
 - 6) фильтры и катализаторы для очистки и обеззараживания воды;
 - 7) адресная доставка лекарств в опухолевые и патогенные зоны;
 - 8) недорогие жилища с автономным жизнеобеспечением;
 - 9) экологически чистые производственные процессы;
 - 10) радиочастотные методы определения местонахождения любых перемещающихся объектов;
 - 11) транспортные средства с гибридными двигателями (т. е. с обычным и электрическим двигателем);
 - 12) сенсорная техника широкомасштабного применения;
 - 13) биоинженерные тканевые технологии;
 - 14) диагностические и хирургические методы нового поколения;
 - 15) сверхпортативные компьютеры;
 - 16) квантовая криптография (реализующая принципиально новые подходы к кодированию передаваемой конфиденциальной информации).
- Следует отметить, что лишь последняя технология этого перечня отвечает одной базовой научно-технологической области – информатике, другие принадлежат двум-трем или даже всем четырем базовым областям.

Остальные 40 технологий – это «продвинутые» схемы компьютерного интерфейса и передачи информации, квантовые компьютеры, смарт-материалы (надлежащим образом изменяющие свою форму и размеры под влиянием внешних полей); новые методы диагностики и лечения: иммунотерапия, ксенотрансплантация, генетические карты, стволовые клетки, трансплантация чипов в мозг; создание генетически модифицированных организмов, искусственных мышц и тканей; нетрадиционные виды транспорта, в том числе, на водородном горючем; роботы для самого широкого применения и др.² К странам, способным

² The Global Technology Revolution 2020. RAND Technical Report. Santa Monica-Arlington-Pittsburgh, 2006, p. 18–19.

использовать и развивать технологии, входящие в число 16 наиболее важных, как считает РЭНД, относятся США, Япония, Республика Корея, Германия и ряд других высокоразвитых стран.

Были выявлены и оценены факторы, обеспечивающие прогресс технологий. Недостаточные масштабы и интенсивность действия этих факторов рассматриваются в качестве причины торможения научно-технологического развития. К указанным факторам отнесены:

- 1) приемлемые стоимостные параметры нововведений;
- 2) рациональные установки в области права и государственной политики;
- 3) благоприятное общественно-политическое отношение к нововведениям;
- 4) развитость инфраструктуры;
- 5) надлежащая охрана интеллектуальной собственности;
- 6) грамотная политика в области экологии и использования ресурсов;
- 7) существенные инвестиции в исследования и разработки;
- 8) высокое качество образования;
- 9) благоприятные демографические параметры;
- 10) общественная стабильность и управляемость.

Было отмечено, что в Японии не реализуется в должной мере лишь один из этих факторов. Это фактор, связанный с охраной интеллектуальной собственности³.

Сделанный авторами работы вывод о том, что в современных условиях для формирования высокого научно-технического потенциала необходимо держать в центре внимания и активно использовать в практической деятельности столь широкий круг факторов, весьма важен. С ним, безусловно, согласны разработчики японской научно-технической политики, что наглядно подтверждается содержанием Базовых планов, а также серьезным усилением внимания к проблемам интеллектуальной собственности.

В условиях формирования мирового рынка интеллектуальной собственности приобретает новый характер взаимодействие между высокотехнологичными секторами экономик разных стран. При этом проявляют свое влияние не только факторы, ускоряющие инновационное развитие, но и тормозящие его. К последним, в частности, можно отнести несовершенство многих мер по охране результатов творческой деятельности: в одних случаях они являются недостаточно эффективными в плане защиты авторских прав, а в других — чрезмерно жесткими, затрудняющими распространение инноваций.

Хотя в Японии и раньше уделялось внимание проблемам, связанным с интеллектуальной собственностью, однако к началу 2000-х годов потребовалось дополнительно его усилить, поскольку начали про-

являться тенденции к снижению конкурентоспособности японской продукции на мировых рынках. С одной стороны, это касалось продукции, относящейся к информатике и биотехнологиям, в разработке и производстве которой на лидирующие позиции выдвинулись американские компании. С другой стороны, произошел энергичный «вброс» на мировые рынки дешевой и в то же время вполне приемлемой по качеству китайской продукции для массового пользователя. В результате по многим товарным позициям (персональные компьютеры, принтеры, копиры и др.) японцы утратили значительную долю рынка. К тому же стали быстро расти объемы продукции, выпускаемой в азиатских странах с нарушением прав интеллектуальной собственности японских разработчиков.

Все это вызвало самую серьезную озабоченность правительства Японии и ее деловых кругов. Выступая в парламенте в январе 2002 г., премьер-министр Дз. Коидзуми призвал рассматривать интеллектуальную собственность как важнейший национальный ресурс и наращивать усилия по его приумножению. Был сформирован Стратегический совет по интеллектуальной собственности, который тщательно проанализировал сложившуюся ситуацию и подготовил развернутые рекомендации.

Японские эксперты обратили внимание на то, что в США количество патентных заявок не служит главным мерилом творческих достижений. Компании, оценивая итоги изобретательской активности своих подразделений, распределяют предлагаемые заявки на несколько групп, например, для использования в текущей производственной деятельности; потенциально важные в перспективе; интересные, но не обещающие сколько-нибудь существенной прибыли. И они смело идут на снижение общей численности своих патентов за счет последней группы, т. е. не оформляют заявки на практически малозначащие решения. В отдельных случаях подобные меры позволяют в течение нескольких лет сократить объем годового патентования на треть. В численном выражении это может означать отсеивание компанией нескольких тысяч заявок, подготовленных ее сотрудниками, что приведет к экономии, исчисляемой десятками миллионов долларов, которые бы потребовались на оформление и поддержание ненужных компании патентов.

В Японии было проведено специальное обследование, показавшее необходимость позаимствовать у американцев подобный подход к оценке заявок. При этом было установлено, что содержание более 70% патентов, получаемых японскими компаниями, относится к усовершенствованию уже известных технических решений⁴. Это в свою очередь говорит о том, что сама стратегия разработок недостаточно сориентирована на получение оригинальных результатов и что в технической политике фирм изначально присутствуют просчеты, препятствующие

³ Ibid., p. 69.

⁴ Task Force on Industrial Competitiveness and Intellectual Property Policy. METI, Tokyo. 2002, p. 7.

повышению конкурентоспособности. Было также установлено, что по сравнению с американскими и европейскими разработчиками японцы намного менее активны в таких областях, как средства связи, биотехнологии, медицинские приборы и препараты.

Предметом особых забот стало оформление прав на интеллектуальную собственность, относящуюся к национальным приоритетам инновационной политики Японии, к которым относятся: а) живые системы; б) информатика и связь; в) нанотехнологии и материалы; г) средства сохранения окружающей среды. Именно в этих областях ожидаются принципиально новые научные и технические решения, своевременная коммерциализация которых обеспечит инноваторам самые серьезные преимущества – однако все эти решения должны быть быстро и грамотно защищены во избежание использования конкурентами. В этих целях было увеличено число специалистов, работающих в патентной сфере.

Большое внимание уделено и «расчистке» путей прохождения результатов исследований и разработок в промышленность. С этой целью были введены в действие Законы о трансфере технологий из университетов в промышленность, о специальных мерах по оживлению промышленности и о совершенствовании промышленных технологий. Одновременно это способствовало активизации исследований и разработок в университетах и НИИ, поскольку широкое практическое использование их результатов являлось весьма весомым стимулом для ученых и инженеров.

Совершенствование мер по охране интеллектуальной собственности призвано максимально противодействовать таким трудно контролируемым действиям, как несанкционированное использование чужих производственных секретов (ноу-хау). Оказывается, оно не так часто является результатом промышленного шпионажа или сознательного, с целью получения личной выгоды, разглашения внутрифирменной информации работниками компании. Японские обследования установили, что довольно серьезная утечка информации имеет место в процессе демонстрации возможностей фирмы на выставках и в рекламных изданиях. Желая привлечь внимание инвесторов, которые требуют предельно конкретных данных о возможностях фирмы, ее специалисты незаметно для себя выходят за пределы «допустимой открытости», в результате чего информация об особенностях новой продукции и технологиях ее производства вскоре оказывается у конкурентов.

Другой путь утраты внутрифирменных секретов связан с естественной текучестью рабочей силы, переходом работников в другие фирмы. Диверсифицируя свою деятельность или открывая новые отделения, компания привлекает в них новых специалистов, т. е. «носителей секретов» других компаний. В то же время она вынуждена сокращать часть своих работников, теряя при этом часть своего интеллектуального

капитала. Эти процессы в последнее время интенсифицируются и в Японии в силу активного глобального развития новых междисциплинарных направлений. Успешно развивать эти направления без перестройки профессиональной структуры и, следовательно, кадрового состава своих работников компании не в состоянии. Лишь привнесение в их деятельность новых знаний и неординарных практически значимых решений способно обеспечить успех. Однако возникает много вопросов по поводу того, как в дальнейшем делить этот успех, если он будет основываться на множестве фрагментов интеллектуальной собственности десятков различных компаний.

Хотя охрана интеллектуальной собственности с помощью патентов является главным методом, обеспечивающим права авторов, а патентное законодательство и соответствующие процедуры будут и далее развиваться, все более широко применяется и такой метод охраны объектов интеллектуальной собственности, как их засекречивание, т. е. недопущение в открытое пользование описаний, раскрывающих сущность нового технического решения. В условиях короткого жизненного цикла современной продукции конкурентам довольно сложно успеть грамотно воспроизвести это решение без знания многих его деталей. К тому времени, когда они, наконец, справятся с этой задачей, рынок и сервисные услуги будут всецело в руках компании-пионера, которая к тому же будет предлагать и существенно улучшенные модели. Поэтому важнейшей проблемой в сфере интеллектуальной собственности, по мнению японских экспертов, является организация условий, обеспечивающих ее динамичное приумножение, «скоростное поточное производство» новых знаний.

В связи с этим, как следует из Базового плана научного и технического развития на 2006–2010 гг., первоочередной задачей становится создание эффективной национальной инновационной системы, ключевым звеном которой являются высококвалифицированные кадры. Таким образом, их подготовка и «взращивание» до высшего мирового уровня приобретают ранг общенационального приоритета.

Одним из важнейших наукоемких направлений, на котором ожидаются особенно крупные прорывы и к которому приковано внимание во всех развитых странах, становятся нанотехнологии, позволяющие использовать особые свойства живой и неживой материи, проявляющиеся в областях с размером менее 0,1 микрона (т. е. менее 100 нанометров).

В настоящее время исследования по нанотехнологиям приобрели ранг национальных приоритетов в США, Японии, странах Евросоюза, Китае, России, а также во многих других странах. Общемировой объем этих работ в 2006 г. составил 12,4 млрд. долл., а продукции, при выпуске которой применялись нанотехнологии, было произведено на сумму около 50 млрд. долл.⁵

⁵ http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_Nations_Ranking2007.pdf

Лидирующие позиции занимают американские ученые и разработчики, что вполне объяснимо – на США приходится около 1/3 общемировых расходов на исследования и разработки. Дополнительным ускорителем стала объявленная президентом США в 2000 г. программа «Национальная нанотехнологическая инициатива», которая консолидировала все значительные работы по нанотехнологиям, а также гарантировала их весомое государственное финансирование. Так, в 2006 г. эти работы были профинансированы правительством в объеме 1,35 млрд. долл., на 2007 г. выделено 1,4 млрд., а на 2008 г. предполагалось ассигновать 1,45 млрд. долл. Практически такие же суммы на проведение наноразработок затрачивает и частный бизнес⁶.

Японские бюджетные ассигнования на работы по нанотехнологиям в 2006 г. составили 975 млн. долл., а затраты компаний – 1,7 млрд. долл.⁷ Главным получателем бюджетных средств является министерство образования, культуры, науки, технологий и спорта. Оно курирует нанотехнологические исследования по 47 обобщенным тематическим позициям, уделяя особое внимание объединению усилий государственных НИИ, университетов и компаний. Министерство экономики, промышленности и торговли руководит обширной программой нанотехнологического материалообразования, а также созданием стандартов и баз данных, необходимых для промышленного освоения результатов разработок.

Огромное внимание к созданию и широкому применению нанотехнологий проявляет «штаб японского бизнеса» – Кэйданрэн. Как известно, важнейшей задачей этой предпринимательской организации является повышение конкурентоспособности японских фирм на мировых рынках и сохранение их лидерства в ключевых отраслях науки, техники и производства. В начале 2001 г. Кэйданрэн был опубликован специальный доклад, в котором намечались основные цели и направления развития нанотехнологий в Японии. Особо подчеркивалась необходимость отделить работы ближнего плана от поисковых и фундаментальных исследований и оперативно приступить к освоению промышленностью уже имеющихся достижений. Это выступление представляло собой развитие декларации, с которой Кэйданрэн выступила годом ранее в ответ на американскую «Национальную нанотехнологическую инициативу», и подтверждало правильность курса тех компаний, которые уже проявляли интерес к разработке и освоению нанотехнологий⁸.

Характер деловой активности японских фирм в этой области можно проиллюстрировать на примере компании «Мицуи», которая определила нанотехнологии как одну из ключевых областей своей деятельности

наряду с информационными технологиями и биотехнологиями⁹. В ее планы входит создание нескольких НИИ для проведения нанотехнологических исследований и разработок. В компании высоко оценивают возможности коммерциализации результатов этих работ и готовы к осуществлению инвестиций в нанотехнологический бизнес, которые измеряются десятками миллиардов иен.

Успешно работают два ее исследовательских института. Один из них – это НИИ по углеродным нанотехнологиям (Carbon Nanotech Research Institute – CNRI). В его задачи входит проведение исследований для коммерческого производства наноматериалов на основе углерода и поиск новых областей применения этих материалов, а также осуществление научного руководства следующими работами:

- создание опытного завода для производства углеродных нанотрубок диаметром до 10 нанометров с производительностью 1 т/год;
- создание опытного завода для производства углеродных нанотрубок диаметром от 10 до 20 нанометров с производительностью 40 т/год;
- организация опытного производства фуллеренов с производительностью несколько десятков кг/год;
- организация опытного производства металлофуллеренов с аналогичной производительностью.

Второй НИИ, созданный компанией «Мицуи», – это Bio Nanotech Research Institute (BNRI). Он в основном нацелен на решение двух задач: во-первых, активно продвигать в практическую сферу результаты исследований и разработок по нанотехнологиям, уделяя особое внимание их использованию для решения экологических проблем; во-вторых, обеспечивать производство нанопористых мембран, т. е. молекулярных сит для разделения различных жидкостей и газов путем их пропуска через эти сита.

В «Мицуи» считают, что работы по проблематике нанотехнологий должны быть организованы особым образом. В основу этих работ – от исследований до коммерциализации – должна быть положена организационная модель, предусматривающая активное обсуждение ключевых вопросов всей цепочки «наука – техника – производство» с компетентными представителями таких сфер, как правительство Японии, национальные исследовательские институты, университеты, исследовательские лаборатории промышленных компаний. Также должны привлекаться специалисты по планированию из ведущих фирм, руководители ряда малых и средних предприятий, предприниматели из сферы венчурного бизнеса, представители зарубежных научных кругов. Именно такая организационная схема, по мнению руководства «Мицуи», позволит правильно скоординировать весь круг междисциплинарных вопросов.

⁶ National Nanotechnology Initiative. FY 2008 Budget & Highlights. Wash. DC, 2007, p. 3.

⁷ <http://www.researchinc.com/press/RELEASE/NationRenking2007.pdf>

⁸ <http://www.keidanren.or.jp/english/policy/2001/014.pdf>

⁹ Mitsui in Action. 2001, December, p. 2–5.

С конкретным содержанием наиболее актуальных в настоящее время исследований в области нанотехнологий можно ознакомиться, обратившись к результатам последнего японского прогноза мирового инновационного развития. В этом прогнозе, в отличие от всех предыдущих, появился раздел, в котором содержатся результаты экспертного анализа тематики, относящейся к созданию нанотехнологий. Для удобства ознакомления с результатами прогнозирования эта тематика распределялась по подразделам, которым давалась краткая характеристика в плане их научной и экономической значимости. Ниже приведены названия подразделов, их краткие характеристики и в качестве примеров наиболее актуальные, по мнению японских экспертов, темы исследований и разработок в рамках каждого подраздела¹⁰.

Наноизмерения и наноанализ. Активно влияют на развитие научных дисциплин и экономическую деятельность. Лидируют США и Япония.

1. Система постоянного мониторинга и анализа состояния отдельных атомов и молекул.
2. Техника использования сканирующего датчика для анализа состава и количественных измерений в нанометровом масштабе.
3. Методы трехмерной микроскопии для исследования клеток и других мягких объектов.

Нанотехнологии в производственных процессах. Оказывают существенное и непрерывно возрастающее влияние на научную и экономическую сферы. Лидирует Япония.

1. Производственные технологии, обеспечивающие нанометровую точность обработки деталей.
2. Изготовление материалов с заданной на наноуровне структурой и свойствами, достигаемыми через самоорганизацию.
3. Дешевая и удобная технология объемной штамповки с нанометровой точностью.

Нанотехнологии для получения новых материалов и веществ. Научная актуальность и производственные перспективы аналогичны предыдущей позиции. Лидирует Япония.

1. Технологии синтеза макромолекул с использованием возобновляемых ресурсов вместо обычной нефтехимической переработки.
2. Технологии, позволяющие использовать органические, неорганические и металлические материалы на наноуровне.

Управление структурой материалов на наноуровне. По вкладу в науку и производство полная аналогия с двумя предыдущими позициями. Лидирует Япония.

1. Сверхпроводники с точкой перехода на уровне комнатной температуры или выше.

2. Крупноформатные солнечные элементы из аморфного кремния с эффективностью преобразования энергии более 20%.

Наноприборы и сенсорные наноустройства. Работы в данной области оказывают заметное влияние на науку и быстро расширяют перспективы производства. Лидируют США и Япония.

1. Устройства и сенсоры, изготовленные с нанометровой точностью.

Нанозлектронномеханические системы. По сравнению с предыдущими направлениями характеризуются несколько меньшим воздействием на науку и производство, но развиваются практически такими же темпами. Лидируют США и Япония.

1. Нанохирургические манипуляторы для биомолекул, позволяющие манипулировать ими, а также разрезать их, соединять и обрабатывать.

Нанотехнологии для сферы экологии и энергетики. Помимо быстро возрастающего влияния на науку и экономику приобретают большое социальное влияние, в частности, на качество жизни. Лидирует Япония.

1. Технологии получения водорода путем фотокаталитического разложения воды солнечным светом.

Нанобиологические устройства. Оказывают существенное и непрерывно возрастающее влияние на научную и экономическую сферы, еще больше их влияние на социальную сферу. Лидируют США.

1. Управляемые внешними сигналами наноустройства, доставляющие лекарства и гены в указанные клетки организма.
2. Диагностические системы на биочипах, позволяющие точно диагностировать риск возникновения раковых и иных серьезных заболеваний и в течение очень короткого времени получать информацию для назначения лечения.

Нанотехнологии и качество жизни. Пока умеренное, но возрастающее влияние как на науку и экономику, так и на социальную сферу. В обозримой перспективе обеспечат существенный прогресс в улучшении качества жизни и безопасности жизнедеятельности. Лидируют США и европейские страны.

1. Разработка и принятие стандартов безопасности для материалов и содержимого капсул в микросистемах доставки лекарственных веществ в заданные участки организма.

Сроки получения принципиально значимых решений, которые можно было бы положить в основу их последующего практического использования, для всей указанной тематики не очень близки, – по оценкам японских экспертов, около 2015 г. Что же касается их регулярного коммерческого использования, оно станет возможным спустя еще десять лет.

Как в Японии воспринимается «нанотехнологический бум» и какие ожидания он вызывает? На этот вопрос отвечают результаты социологического исследования, выполненного по заданию Института комплексных проблем промышленных наук и технологий¹¹. Причем, респондентам

¹⁰ The 8-th Science and Technology Foresight Survey. Tokyo, 2005, p. 318–341.

¹¹ Asia Pacific Nanotech Weekly. 2006, № 6, p. 2.

предлагалось выразить свое отношение не только к нанотехнологиям, но и к другим направлениям научно-технического развития – использованию солнечной энергии, информационным технологиям, ядерной энергии, освоению космоса, генной инженерии и др. Самые большие надежды на улучшение условий жизни японцы связывают с освоением солнечной энергии (80,4% респондентов). Далее следуют информационные технологии (66,1%), Интернет (56,1%) и биотехнологии, включая генную инженерию (55,1%). Нанотехнологии занимают лишь следующую, пятую позицию (49,2%). Впрочем, космос и ядерная энергия обнаружили еще меньше приверженцев (соответственно, 48,1% и 31%).

Вместе с тем, обращает на себя внимание и то, что возможность отрицательного влияния нанотехнологий признает лишь 2,9% респондентов. У биотехнологий и ядерной энергии их доля намного больше – соответственно 14,9% и 26,9%. Наконец, особо нужно отметить, что именно на нанотехнологии приходится больше всего ответов об отсутствии у респондента надлежащих знаний для вынесения своей оценки (43,3%). Естественно предположить, что со времени проведения этого обследования (декабрь 2004 г.) уровень осведомленности японцев о нанотехнологиях существенно возрос благодаря их активной популяризации в японском обществе.

Возникает вопрос – могут ли нанотехнологии оказаться тем направлением инновационного развития, на котором Япония осуществит особо значимый прорыв и усилит свой имидж мирового научно-технического лидера? Сфера нанотехнологий достаточно широка, в ней формируется множество различных направлений: нанобиология, наноматериалы, нанoeлектроника и др. Обнаруживается и широкий спектр их практических приложений – промышленность, энергетика, экология, медицина, и т. д. Особый интерес вызывают новые материалы, получаемые методами нанотехнологий и обладающие особыми физическими, химическими и биологическими свойствами. Это в свою очередь стимулирует развитие новых направлений в таких областях, как информатика и живые системы, а также открывает путь к созданию возобновляемых источников энергии и эффективных средств охраны окружающей среды. Естественно предположить, что японцы, чрезвычайно быстро ориентирующиеся в современном технологическом пространстве, непременно сформируют здесь свою «нанотехнологическую» нишу.

Из содержания приведенной выше тематики видно, как важно занять лидирующие позиции на нанотехнологическом направлении и овладеть существенной долей рынка нанотехнологической продукции. Чтобы оценить, насколько успешно Япония сможет справиться с этой задачей, американская аналитическая компания РЭНД предложила группе специалистов охарактеризовать наиболее весомые японские результаты в области нанотехнологий за последние 5–10 лет, сравнить их с лучшими зарубежными достижениями, а также оценить тенденции в развитии японских на-

учных центров и отметить их особенно значимые работы¹². По мнению опрошенных специалистов, особенно заметны последние успехи Японии в области создания новых материалов, имеющих широкие перспективы применения в самых разнообразных технических системах. Была отмечена высокая оснащенность японских лабораторий современным оборудованием. Это относится как к университетам, так и к компаниям.

Вместе с тем, при общении с японскими учеными и инженерами обращала на себя внимание их преимущественная ориентация на совершенствование уже достаточно известных процессов, нежели на поиск принципиально новых подходов. Причем, постоянно обнаруживалось стремление японских коллег искать и находить практическое применение каждому новому результату исследований. Большое впечатление производило их внимание к «мелочам», которые в значительной степени оказывались ответственными за конечный результат. Но при этом нередко японские специалисты, отлично зная, каким образом можно получить необходимый результат, не очень ясно представляли себе внутренний механизм процессов, ведущих к этому результату. При объяснении тех или иных явлений они предпочитали прибегать к аналогиям, не затрагивая их сущности.

В плане постановки исследований отмечалось стремление избегать повышенного риска и не браться за работы, которые с большой степенью вероятности могут оказаться нерезультативными. Предпочтением пользуются исследования в рамках уже апробированной тематики, особенно если уже видны пути последующего практического применения результатов. Практической направленности исследований способствует начавшееся в последнее время укрепление связей между лабораториями университетов и промышленностью. Во многих случаях эти связи более тесные, чем в США.

Что касается кадрового обеспечения, то здесь обратила на себя внимание недостаточность вспомогательного персонала – высококвалифицированные специалисты вынуждены выполнять много рутинной работы, в результате чего у них остается меньше времени на творческие процессы. При сравнении уровня ведущих японских и американских ученых нельзя было отдать безусловное предпочтение американцам – и в Японии есть ученые столь же высокого класса. Однако проблема японской науки заключается в том, что их довольно мало, тем более для страны с такой большой численностью населения.

Следует отметить, что нанотехнологическая продукция («в чистом виде», (например, нанотрубки, нанопорошки, нанобиочипы и др.) будет представлена главным образом в виде отдельных компонентов (нанокомпонентов), предназначенных для последующего использования в

¹² Science and Technology Research and Development Capacity in Japan. RAND Technical Report. Santa Monica-Arlington-Pittsburgh. 2004, p.108–145.

товарах конечного спроса. Собственно нанокomпоненты как в весовом, так и в стоимостном выражении будут характеризоваться достаточно скромными цифрами, однако объемы товаров, использующих нанокomпоненты, окажутся весьма значительными, поскольку благодаря присутствию в них указанных компонентов они будут иметь существенно «продвинутые» технические характеристики и обладать более высокими потребительскими свойствами. Поэтому рынок многих традиционных товаров должен будет подвергнуться серьезной перестройке – их новые поколения будут производиться с использованием нанокomпонентов, причем, в выпуске этих товаров, по-видимому, преуспеют именно японские фирмы, способные быстрее других вносить в выпускаемую продукцию любые разумные усовершенствования.

Итак, представляется вполне правомерным вывод, что существенное расширение мировой научной тематики благодаря появлению и актуализации нанотехнологического направления, хотя и не выделит Японию в качестве автора особо значимых научно-технических «прорывов», тем не менее, приведет к укреплению ее позиций, как производителя многих новых товаров с существенно «продвинутыми» характеристиками. Высокотехнологичный производственный аппарат японской промышленности и доведенная до высшего уровня совершенства техника обеспечения качества являются реальными гарантами будущих успехов в постановке на поток и выпуске нанотехнологической продукции.

Высокая степень автоматизации производственных процессов, обеспечивающая идеальное соблюдение предписанных технологий, в сочетании с профессионализмом и мастерством японских инженеров и рабочих, безусловно, позволят Японии стать лидером в производстве нанотехнологических товаров подобно тому, как в прошлом она стала лидером в производстве практически всех видов электронной техники. Несомненно, японские компании будут стремиться реализовать и успешно освоенные ими схемы выхода на массовое производство этих видов продукции, что обеспечит снижение ее стоимости и тем самым – еще большее повышение конкурентоспособности.

Подход Японии к энергетической безопасности в Восточной Азии

О. А. Добринская

Обеспечение энергетическими ресурсами является одной из наиболее острых проблем, стоящих перед мировым сообществом в настоящее время. Рост экономики как развитых, так и развивающихся стран увеличивает их потребности в энергоносителях, усиливает глобальную конкуренцию в условиях постепенного истощения природных ресурсов. Как отмечается в принятом на саммите «группы восьми» документе «Глобальная энергетическая безопасность», основными проблемами являются высокие и неустойчивые цены на нефть; возрастающий спрос на энергоресурсы (по оценкам экспертов, к 2030 г. он увеличится более чем в полтора раза, причем приблизительно на 80% этот спрос будет удовлетворяться за счет ископаемого топлива, запасы которого ограничены); растущая зависимость многих стран от импорта энергоносителей; потребность в огромных инвестициях во все звенья энергетической цепочки; необходимость защиты окружающей среды и решения проблемы климатических изменений; уязвимость жизненно важной энергетической инфраструктуры; политическая нестабильность, природные катаклизмы и иные угрозы¹.

В подобной ситуации проблема энергетического обеспечения в Японии стоит особенно остро. Страна, как известно, бедна природными ресурсами и почти полностью зависит от импорта энергоносителей, что делает ее крайне уязвимой для различных внешних факторов. Экономика страны пережила «нефтяные шоки» 1973–1974 гг. (когда арабские страны объявили эмбарго на поставки нефти в Японию, поддержавшую США и Израиль в войне на Ближнем Востоке) и 1979 г. (из-за революции в Иране). Последовавшие кризисы заставили правительство полностью пересмотреть подход к проблеме ресурсного обеспечения страны. Тогда впервые в стране всерьез заговорили о таком понятии, как энергетическая безопасность. Она была объявлена одним из магистральных направлений политики обеспечения национальной безопасности, что нашло отражение в Концепции комплексного обеспечения национальной безопасности, опубликованной в 1980 г. Кроме того, Япония с особым вниманием стала относиться к развитию связей со

¹ Саммит «группы восьми» в Санкт-Петербурге. Глобальная энергетическая безопасность. – www.g8.ru/docs/11.html. 30kb.