

СТАНОВЛЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ

В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ*

Исследования в области нанотехнологии в Китае были начаты в конце 80-х годов XX века. Представленный в статье материал посвящен вопросам развития нанотехнологии в этой стране на региональном уровне.

Исследовательские институты и предприятия сферы нанотехнологии в Китае входят, в основном, в Северную и Южную группы.

К Северной группе (район Пекина) относятся: Центр нанонауки и технологии, институты: химический и физический, исследования металлов, металлургии, сенсификации, институт полупроводников Китайской академии наук; университеты: Пекинский, Синьхуа, Тяньцзинь, Джилин, Пекинский научно-технический, химической технологии, технологический, пекинские Научно-исследовательская академия конструкционных материалов и Исследовательская академия стали, другие исследовательские и производственные организации.

Значительное внимание исследователи Северной группы уделяют изучению углеродных нанотрубок (УНТ), полупроводников, содержащих наноструктуры, материалов, обеспечивающих низкий уровень демаскирующих признаков, полимерных композитных и интерфейсных наноматериалов, функциональных нанопокрывтий и нанопленок, технологий их производства [1].

Фундаментальные исследования в области нанотехнологии в основном проводятся в Пекине, где сосредоточено около 500 исследовательских институтов (включая институты Академии наук), 70 университетов с контингентом в 380 тыс. человек. Следует отметить, что исследования и разработки в сфере нанотехнологии, выполняемые Северной группой, составляют около 85% от общего объема проводимых в Китае в данной области работ [2].

В Пекине находятся также свыше 50 национальных лабораторий и более 30 инженерных центров, что превышает 33% от их общего числа в стране [2]. Среди них:

- Национальный центр в области науки и нанотехнологии (NCNN) – государственное, обеспеченное самым современным оборудованием образование – технологическая исследовательская платформа, предназначенная для

использования научного сообщества Китая и реализации международных проектов. NCNN – бесприбыльная организация, функционирующая под руководством совета директоров, включающего представителей автономной администрации, ответственных за реализацию исследовательской стратегии. Деятельность центра координируют Комитет советников и академический комитет. Центр способствует международному сотрудничеству, повышению конкурентоспособности за рубежом китайских исследований в области нанонауки и нанотехнологий, проведению фундаментальных и прикладных исследований. Центр состоит из лабораторий: процессов и приборов, наноматериалов и структур, медицинской и биотехники, исследования характеристик структур и тестирования, координационного и информационного офисов. Важным элементом деятельности центра являются различные акции по привлечению инвестиций в свое оборудование и реализуемые исследовательские проекты [2].

- Исследовательский центр в области нанотехнологии (Tsinghua – Foxconn Nanotechnology Research Center - TFNRC). Расположен в университете Синьхуа. Центр полностью финансируется одним из крупнейших национальных поставщиков электронных изделий и компонентов – Foxconn Technology Group (FTG), доход которого превышает 62 млрд. долл., а количество сотрудников – свыше 400 тыс. человек. TFNRC основан в декабре 2003 года. Главная задача его – разработка и производство УНТ и сопутствующих наноматериалов и наноизделий. Общая стоимость центра и уставленного в нем оборудования – 35 млн. долл. Инвестиции продолжаются и в настоящее время. В частности, смонтированы чистые помещения класса 1000 и 500 для опытного производства изделий на базе УНТ. Около половины проектов, реализуемых в университете в сфере нанотехнологий, финансируется центром. Другая

* Окончание. Начало см. Наноиндустрия, 2010, №2.

их часть, в которой задействованы сотрудники компании и университета, финансируется непосредственно ею. Оборудование центра доступно также для использования исследователями других подразделений Университета и структур, работающих по проектам FTG.

Следует отметить, что исследователями центра подано более 1000 заявок на патенты, на 300 из них уже получены положительные решения. Вся оформительская документация и поддержка патентов оплачиваются FTG, а интеллектуальная собственность распределяется между ней и университетом.

Разрабатываемые компанией изделия на базе УНТ включают электрические соединения для замены медных проводников, нити коаксиальных кабелей, различные типы пленок, в частности, для экранирования электромагнитных волн и изделий, в которых используются принципы полевой эмиссии. На предпроизводственном этапе находятся работы по сенсорным дисплеям, образцы которых уже используются в создании мобильных телефонов, изготавливаемых FTG. В планах компании – производство гибких электронных изделий на основе длинных однослойных УНТ, а также нагревателей на базе УНТ для медицинских операций, требующих быстрых изменений температуры.

Сложившаяся модель деятельности Tsinghua-Foxconn имеет три явных преимущества: академические исследователи получают возможность получать информацию о потребностях рынка; компания может содействовать передаче идей из лаборатории на рынок; ученые в состоянии посвятить себя работе, не заботясь о поиске средств для финансирования проектов [3].

Муниципальное правительство поддерживает исследования и разработки через научно-техническую комиссию Пекина и, главным образом, через входящий в ее состав центр новых материалов. Годовой бюджет комиссии составляет около 14,7 млн. долл. [2].

Так как большинство исследовательских учреждений национального уровня расположено в Пекине и получает поддержку, в первую очередь, от Министерства образования, науки и техники Китая (MOST) и Национального фонда естественных наук Китая (NSFC), вышеназванная комиссия акцентирует внимание не на фундаментальных, а на прикладных исследованиях и коммерциализации технологий, концентрируя усилия на следующих направлениях: информационные технологии (ИТ), новые материалы, биомедицина, здравоохранение, перспективные промышленные технологии, современная сельскохозяйственная техника.

Разработка новых материалов – главная приоритетная задача научно-исследовательских учреждений региона Пекина. Особое внимание уделяется материалам для электронной и информационной промышленности, новым энергетическим и специальным металлическим композициям, перспективным конструкционным и автомобильным наноматериалам.

Южная группа исследовательских учреждений сформировалась возле Шанхая. В их числе металлургический и силикатный институты, институты атомных исследований и физики твердого тела Китайской академии наук; Шанхайский институт технической физики, Шанхайский университет Джаотонг, университеты Фудан, Тонгдзи, Жейджиянг, Нанджин и Шандонг, Восточно-Китайский университет стандартов, Восточно-Китайский и Китайский научно-технический университеты.

Южная группа специализируется в области создания, применения и промышленного освоения выпуска наноматериалов и изделий на их основе, в том числе для медицинских целей, нанoeлектроники, нано- и микромеханики, нанобиологии, технологий обработки.

Шанхайский регион – один из наиболее преуспевающих в исследованиях, разработках и промышленном освоении нанотехнологии, чему способствует серьезное внимание к этому направлению местных властей. Еще в 2001 году руководство города учредило группы по научно-техническому развитию нанотехнологии и ее промышленному освоению и организовало Центр совершенствования нанотехники и ее промышленного освоения, а также Экспертный комитет, деятельность которого ориентирована на эти цели. Согласно специальному плану, оно взяло на себя общую организацию работ по наноматериалам и промышленному освоению нанотехнологий, поддержанную 189 научными исследовательскими проектами. Для их реализации созданы Национальный исследовательский центр нанотехнологий и прикладных проектов, демонстрационная база, освещающая достижения в промышленном освоении производства наночастиц и нанобиологических материалов.

За десять лет введены в эксплуатацию десятки технологических линий мирового уровня для комплексных исследований, разработки и промышленного освоения наноматериалов, создана база для сопутствующих исследований, в частности, в области нанобиологической медицины, нанoeлектронной техники, мономолекулярного оборудования и СЗМ. К работам в области нанотехнологии подключилось около 40 университетов и институтов, в которых только исследованиями занимается более 1000 специалистов. Широкая кооперация позволяет находить новые перспективные предметы исследований в плане совершенствования работ в нанотехнологической сфере. Промышленная реализация нанотехнологии и защита интеллектуальной собственности в этой сфере в Шанхае достигли широкого размаха – более 200 предприятий выпускает изделия нанотехники, а годовой объем такой продукции, включающей нанообъекты, увеличился с 25 млрд. в 2006 году до 45 млрд. долл. в 2009 году [1]. К числу наиболее интересных исследовательских учреждений Южной группы относятся:

- Основанный в 2001 году Шанхайский центр стимулирования развития нанотехнологии (SNPC). Его деятельность

финансируется центральным и муниципальным правительствами Шанхая, а также Национальной комиссией развития и реформ (NDRC). Главная задача центра – содействие коммерциализации перспективных разработок. Это осуществляется несколькими способами: финансированием прикладных работ, через исследовательскую платформу, сформированную для облегчения процесса коммерциализации; благодаря созданию условий для тестирования наноматериалов; через организацию симпозиумов и международных конференций по нанотехнологии; посредством обучения ученых и инженеров работе на специализированном оборудовании, используемом для nanoисследований. Центр является своеобразным инкубатором и оказывает содействие стартующим фирмам до момента их выхода на рынок. Это касается юридических услуг и технологической поддержки. Выдаются кредиты на оплату лабораторных помещений и офисов, а также центра тестирования. В настоящее время центром поддерживается около 80 компаний. Годовой бюджет этой организации, выделяемый муниципальным правительством, – 14,7 млн. долл. Ученые Шанхая могут использовать его для выполнения своих проектов в рамках нанотехнологических программ [2, 4].

- В октябре 2003 года основан Национальный научно-технический центр в области нанотехнологии Национальной комиссией развития и реформ. В этом центре проводят современные работы Фуданский университет, Шанхайский институт микросистем и информационной технологии, фирма Shanghai Zizhu Venture Capital и другие.
- Исследовательский центр в области наноауки Шанхайского университета создан в мае 2000 года. Основные направления работы: наноматериалы, нанобиология, микро- и наномеханика. В рамках центра формируется региональная база по опытному тестированию применения нанотехнологии.
- Нанобиомедицинский исследовательский центр Шанхайского университета Jiaotong.
- Исследовательский институт микро- и наноауки и технологии (RIMNST) (филиал Шанхайского университета Jiaotong) создан в 1983 году. Он был первым исследовательским институтом в Китае, работающим в этой области. RIMNST объединяет несколько исследовательских платформ и превратился в главную лабораторию страны по микро- и нанообработке, оснащенную самым современным оборудованием для проведения различных работ в этой области. Направления исследований включают некремниевую микрообработку и МЭМС; нанобиомедицинские технологии; нанотехнологию и НЭМС [2].

Согласно "Шанхайскому XI плану научно-технического развития" основной упор сделан на ИТ, совершенствование производственных технологий, охрану окружающей среды, здравоохранение. В области ИТ поддержка оказывается исследова-

ниям и разработкам по конструированию, тестированию, разработке технологических процессов и материалов для изготовления интегральных схем (ИС) с характеристическими размерами элементов 90 нм; нано- и микротехнологии, в том числе направленные на формирование межсоединений на наноуровне. В области совершенствования производственной технологии поддержка оказывается конструированию, современным технологическим процессам, системной интеграции и разработке технологии перспективных материалов. Сюда относятся изделия с малым потреблением энергии, оборудование для транспортировки, биомедицинские и электронные приборы, прецизионное цифровое технологическое оборудование [2].

Центр нанотехнологических исследований рака основан в 2007 году совместно с медицинским университетом г. Тяньцзинь, Национальным центром наноауки и технологии, Институтом высоких энергий Академии наук Китая. Центр предназначен для использования нанотехнологии для диагностики и лечения рака на ранних стадиях развития болезни, а также для разработки с использованием нанотехнологий высокоэффективных лекарств. Исследователями центра установлено, в частности, что наночастицы состава C82 селективно убивают раковые клетки с низкой цитотоксичностью.

Следует отметить, что в Тяньцзине находятся 46 научных учреждений национального уровня и 113 муниципальных исследовательских организаций, имеющих сравнительно сильные позиции в области разработки ИС, наноматериалов, биомедицины, биочипов. Город оказывает поддержку 46 направлениям научно-технического развития и 12 ключевым проектам.

В рамках XI пятилетнего плана (2006–2010) Китая Шанхай выделил на нанотехнологию, как отрасль приоритетного развития, существенные средства, причем развитие наноауки, технологии и промышленного производства четко увязывается с решениями национальных задач в этих областях. Основные усилия направлены на совершенствование исследований и разработок, построение государственной платформы и промышленной производственной базы, объединение талантливых специалистов, приближение к мировому уровню в ряде направлений фундаментальных исследований, организацию серийного выпуска изделий, на которые распространяются права на интеллектуальную собственность [4].

Помимо двух вышеуказанных центров, значительный вклад в прогресс в нанообласти вносят центры в Ксиане (Xi'an) и Ланжу (Lanzhou) (Северо-Запад), Ченгду (Chengdu) (Юго-Запад), Wuhan (Центральная Южная область Китая) [1].

Естественно, в среде китайских специалистов возникает вопрос относительно наличия спроса на создаваемую нанопродукцию. С апреля по июнь 2009 года Китайским обществом микро- и нанотехнологии был подготовлен специальный вопросник по 17 направлениям. Цель работы заключалась в исследовании спроса на наноизделия по выделенным направлениям, а также в оценке емкости их рынка. Были

разосланы 60 тыс. вопросников и получено 47866 ответов. 87% опрошенных полагают, что разработки в таких сферах, как новые наноматериалы, металлургия, нефтехимическая промышленность, покрытия, керамика, обработка поверхности, биологическая медицина, защита окружающей среды, средства очистки позволят значительно улучшить качество изделий и их конкурентоспособность. Одновременно, если наноизделия поступят на рынок, 97% респондентов изъявили желание приобретать их, 47% предприятий проявили непосредственный интерес к УНТ и нанопроволоке и хотели бы иметь больше зарубежной информации о наноматериалах в целом.

По направлениям микроэлектроника, связь, авиакосмическая техника, автомобилестроение, полупроводниковая техника, биологическая медицина 95% респондентов полагают, что МЭМС и НЭМС будут широко использоваться в последующие несколько лет и, в целом, если наноизделия поступят на рынок, уровень работ существенно повысится. Кроме того, 17% представителей направлений полупроводниковой техники и микроэлектроники считают, что их компании уже приступили к использованию наноконструкций, в том числе в биомедицине.

Специалисты отмечают, что разработки и производство китайскими предприятиями наноконструкций инициируют создание и изготовление технологического и измерительного оборудования, спрос на которое со стороны национальных полупроводниковых предприятий и научно-исследовательских учреждений постоянно растет, причем перспективы рынка такого оборудования становятся все более привлекательными.

В частности, еще в октябре 2008 года Техническое управление Китая совместно с Министерством образования, науки и технологий опубликовало "Сообщение об активизации разработок в области нанонауки и технологии". В нем говорилось: "Правительство Китая выделяет 980 млн. RMB на пос-

ледующие пять лет на закупку научно-исследовательского оборудования для анализа, тестирования и выполнения технологических операций".

Как отмечают эксперты, в Китае имеется всего несколько предприятий, выпускающих контрольно-измерительное оборудование для наноиндустрии, причем лишь четыре из них производят атомно-силовые микроскопы (АСМ). Как следствие, существует значительная зависимость от импорта зарубежного оборудования для научных исследований.

Поставки в Китай осуществляют известные фирмы: Veeco, Agilent, JPK, NT-MDT (Россия), TESCA, Nanofocus. Asylum Research, Raith, Witec, Nanoworld, ZYGO, Nanonics, SUSS, Shimadzu, которые уже имеют в стране свои филиалы или торговых агентов [1]. Вместе с тем все еще существует значительный спрос на аналитическое контрольно-измерительное оборудование для исследования наноконструкций, материалов для биологии, нанооптоэлектроники. Наблюдается также нехватка оборудования для определения на наномасштабе размеров УНТ, толщины мембран, нанолазеров, АСМ, сканирующих зондовых и туннельных микроскопов, электронных и ионно-лучевых установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. China Nano Status. www.nanotechchina.org.
2. Research Report on Chinese High-Tech Industries. U.S. China Economic and Security Review Commission. Prepared by NSD Bio Group, LLC. January 2009.
3. 15. **A. Sandhu**. Strictly nanotubes in Beijing. – Nature Nanotechnology. July 2009, vol.4, pp. 398–399.
4. R.R. Appelbaum et al. China's (Not So Hidden) Developmental State: becoming a Leading Nanotechnology Innovator in the 21st Century.

Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники

Дж. М. Мартинес-Дуарт,
Р. Дж. Мартин-Пальма,
Ф. Агулло-Руэда

Издание 2-е, дополненное

М.: Техносфера, 2009.

– 368 с.

ISBN 978-5-94836-209-0

Цена: 325 р.



В настоящее время издается много книг по новейшим разделам нанонауки, но почти отсутствуют учебники и пособия для студентов-старшекурсников и аспирантов, связанных с нанонаукой.

Предлагаемая книга восполняет этот пробел, так как представляет собой ценное учебное и справочное пособие для студентов, специализирующихся в физике, материаловедении и некоторых других технических дисциплинах. Кроме того, книга может представить интерес для ученых и инженеров-практиков, желающих глубже понять принципы нанонауки и нанотехнологии.

Как заказать книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91

По тел./факсу: (495) 956-3346, 234-0110

E-mail: knigi@technosphera.ru

sales@technosphera.ru