

# КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БАЗЫ МИКРО- И НАНО-СИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

В.А. Баскин



В.А. Быков



**В.А. Баскин**, директор Гос. НИИ физических проблем (Гос. НИИФП) им. Ф.В. Лукина

**В.А. Быков**, Генеральный директор компании НТ-МДТ, зам. директора по науке НИИФП им. Ф.В. Лукина, Лауреат Правительственной премии РФ в области науки и техники, д-р техн. наук

*08.08.1962 г. — Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о мерах по развитию микроэлектронной техники в СССР, организация Научного центра в г. Зеленограде. 1964 г. — Создание Государственного НИИ физических проблем (Гос. НИИФП), руководителем назначен Ф.В. Лукин. 19.12.1994 г. — НИИФП им. Ф.В. Лукина присвоен статус Государственного научного центра Российской Федерации (ГНЦ РФ) (Постановление Правительства РФ № 1398). 02.08.2007 г. — НИИФП им. Ф.В. Лукина выбран в качестве головной организации в части прикладных и ориентированных НИОКР по направлению нанoeлектроники в рамках Федеральных целевых программ «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в РФ на 2008–2010 гг.» и «Развитие оборонно-промышленного комплекса на 2007–2010 гг. и на период до 2015 г.»*

Мир находится на этапе освоения шестого технологического уклада, в котором нанотехнологии, входя в технологический конгломерат НБИК (Нано-Био-Инфо-Когно), играют ведущую роль.

Нанoeлектроника — одно из базовых полей нанотехнологий, и ее развитие — требование сегодняшнего дня для стран, претендующих на лидирующие позиции в мире. В лучших мировых центрах микроэлектроники, в частности, в США, уже функционируют предприятия с уровнем производств 28 нм. Согласно дорожной карте компании ИНТЕЛ разрабатывается следующее поколение транзисторов под технологию 16 нм, что позволит к 2018 году подойти к производству нанoeлектронных элементов.

Вместе с тем в России набирают силу проекты, связанные с модернизацией технологически изживших себя производств. Запускаются новые мощности. В группе предприятий Зеленограда («МИКРОН», «АНГСТРЕМ-Т»), например, иницированы производства микроэлектронных изделий с конструктивными ограничениями 0,18 и 0,13 мкм, анонсировано создание производства уровня 65 нм.

Таким образом, очевидны стремительное развитие мировых технологий и отставание в данной отрасли отечественной индустрии.

Во исполнение решения о назначении Гос. НИИФП им. Ф.В. Лукина головной организацией по прикладным и ориентированным НИОКР по направлению нанoeлектроники разработаны программы мероприятий для промышленного использования разработок в области нано- и микросистемной техники, основанные на системном подходе к формированию современной инфраструктуры, а также опережающее создание новых промышленных решений с использованием технологического размерного уровня до 1 нм. Для этого на базе синхротрона «Зеленоград» создается Центр высоких технологий.

Эксперты отмечают, что использование уникального синхротронного излучения для разработки и внедрения промышленных технологий нанoeлектроники и наномеханики позволит в короткие сроки наладить мелкосерийное производство устройств гражданского и специального назначения с предельными техническими характеристиками.

В рамках реализации предложенной программы ожидается кардинальный сдвиг технологических возможностей в целом ряде отраслевых рынков.

## Военная техника

Россия присутствует на мировом рынке военной техники, входя в первую тройку основных экспортеров вооружений, однако ее доля быстро падает. Это во многом объясняется слабыми позициями по разработке и производству новой элементной базы. Развитие современных технологий и специализированных производств, в том числе радиационно стойких и сверхвысокочастотных интегральных схем, широко не продающихся на рынке, должно изменить эту ситуацию.

## Фотоприемные устройства

Применение новых материалов и технологий позволяет создавать высокоэффективную фотоприемную аппаратуру для видимой и ИК-техники, что существенно влияет на качество охранных систем, эффективность оборудования для мониторинга линий электропередач, трубопроводов, позволяет кардинально улучшить эффективность



военной техники. Необходимость качественного переоснащения армии создает реальные условия для расширения рынка новых, высокоэффективных фотоприемных устройств.

#### Осветительные системы

Высокими темпами развивается рынок осветительных систем на основе ярких светодиодов. Он наиболее емок по объему. Требуется появления высокоэффективных производств конечной продукции (осветительных приборов, способных без серьезной модернизации систем электропроводки заменить лампочки накаливания и люминесцентные осветительные приборы) и развития производства светодиодных матриц и микроэлектронных чипов преобразователей напряжений, приемопередающих устройств, в том числе работающих в системах беспроводной связи. Емкость такого рынка составляет сотни миллиардов рублей, и он пока относительно свободен, так как в течение 3–5 лет потребуются проведение серьезных разработок и соответствующая подготовка производства. В настоящее время существует интерес к его развитию со стороны отечественного бизнеса, что делает разработки для этого рынка весьма оправданными.

#### Источники и преобразователи энергии

Интенсивно развивается рынок солнечных батарей, аккумуляторов энергии, преобразователей. Современные технологии

позволяют создавать и производить изделия с уникальными свойствами — гибкие, влаго- и ударостойкие солнечные батареи с высокими коэффициентами полезного действия, в том числе на основе специального, «бездефектного» кремния и органических материалов. Использование в качестве материала для аккумуляторов нанотрубок позволит, несомненно, кардинально повысить отношение вес/мощность и качественные параметры изделий в целом.

#### Персональные информационно-коммуникационные системы

Персональные мобильные телефоны из ординарного средства связи превращаются во все более мощные устройства, требующие интеллектуализации, и, следовательно, более современной и экономичной в плане энергопотребления элементной базы. Темпы развития этой техники чрезвычайно высоки. На рынке вместе с инновационными идеями появляются новые игроки; исключительно быстрыми темпами развиваются сами средства мобильной связи, встраивающиеся в глобальные информационные сети. Непосредственно в России создаются национальные навигационные системы (ГЛОНАСС). Ожидается, что этот рынок станет одним из мощнейших потребителей элементной базы нанoeлектроники, и российские компании имеют потенциал для того, чтобы превратиться в мощных игроков, поскольку такие структуры, как СИТРОНИКС и МТС, контролируют значительные секторы этого рынка.

#### Охранные системы

Внутренний рынок охранных, индивидуальных, информационных, защитных, распознающих и антитеррористических систем развивается очень высокими темпами, требуя все более и более интеллектуализированных систем. Этот рынок в основе своей имеет прямое отношение к вопросам национальной безопасности. Для его освоения конечную продукцию и программное обеспечение необходимо разрабатывать и производить непосредственно в России. Крайне желательно критическую часть элементной базы также выпускать непосредственно в нашей стране.

#### Медицинские услуги

Емким и хорошо финансируемым в рамках национальной программы здоровья является рынок медицинских услуг, подразделяемый на ряд секторов. Их развитие требует постоянной разработки микро- и нанoeлектромеханических устройств (МЭМС и НЭМС), создания и производства различных систем, из которых в плане объемов наиболее интересен рынок персональных диагностических систем (диагностические интеллектуальные пилюли), микро- и наномеханических хирургических инструментов (например, одноразовых роботов различного назначения, в том числе для внутрисосудистой хирургии). Интересен и рынок стационарного диагностического и препаративного оборудования различного назначения (от томографии, станций для чтения генома и протеомики до систем внутриклеточной хирургии). Эксперты полагают, что Россия имеет реальный потенциал для завоевания серьезной ниши и на этом рынке.

### Экологический мониторинг и сопутствующие услуги

Этот рынок требует развития различных типов датчиков, интегрированных в системы, способные подготавливать понятную для пользователей информацию и в недалеком будущем самостоятельно принимать оптимальные решения. Особенно важно то, что он становится массовым вследствие ухудшающегося качества окружающей среды. Такая продукция востребована в особенности для контроля и оптимизации качества воздуха и воды. Существует ряд конкурирующих российских компаний, которые и станут ее основными потребителями. Несомненно, в ближайшее время можно ожидать существенного роста этого сегмента рынка.

### Научное приборостроение и технологическое машиностроение

В России уже ряд лет существуют компании, торговая марка которых распознаваема на мировых рынках оборудования для исследовательского сектора нанотехнологий. К их числу относится, например, группа компаний НТ-МДТ, специализирующаяся на изготовлении аналитического оборудования и технологических комплексов для микромеханики и наноэлектроники и являющаяся одной из лучших на рынке подобного оборудования. Ее дальнейшее развитие, в особенности в рамках частно-государственного партнерства, призвано обеспечить как технологическую независимость России в данной сфере, так и устойчивые позиции российского приборостроения на мировых рынках.

### Метрологические приборы и оборудование

Модернизация — основной приоритет развития отечественной промышленности. Для ее решения необходимы в первую очередь метрологические стандарты и оборудование, которое позволит сделать отечественные разработки и производство совместимыми с высокоразвитыми и развивающимися производствами мирового сообщества. Это, в свою очередь, требует формирования рынка метрологического оборудования, метрологических мер, выработку и согласование стандартов измерений. В России, несомненно, существуют все условия, чтобы попасть в число лидеров по разработке и производству такой техники и устройств на ее основе.

## ЗАРУБЕЖНОЕ ПРИЗНАНИЕ РОССИЙСКИХ ПРИБОРОВ

**В.А. Быков**, Генеральный директор компании НТ-МДТ, зам. директора по науке НИИФП им. Ф.В. Лукина, Лауреат Правительственной премии РФ в области науки и техники, д-р техн. наук

*В июле 2009 года были объявлены результаты ежегодного конкурса R&D 100 Award, который проводится авторитетным американским изданием Research&Development. В список 100 лучших приборов 2008 года вошел российский сканирующий микроскоп СОЛВЕР Некст.*

Номинироваться на премию R&D 100 Award может инновационная продукция, удовлетворяющая двум обязательным условиям:

- разработка должна представлять собой коммерческий продукт;
- продукт должен быть впервые представлен на рынке в год, предшествующий номинированию.

Еще одно условие — принципиальная новизна разработки: изделие должно отличаться уникальной особенностью, способной в будущем стать отраслевым стандартом. Это условие не обязательное, однако именно оно может обеспечить победу номинированному устройству.

Уникальная особенность зондового микроскопа СОЛВЕР Некст группы компаний НТ-МДТ — максимальная автоматизация.

Используя это изделие, даже малоквалифицированный оператор может задействовать в исследованиях потенциал заложенных в конструкцию прибора двух главных методов сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ):

атомно-силовой (АСМ) и сканирующей туннельной (СТМ).

Эти два подхода требуют совершенно разного оборудования. Обычно для замены одной измерительной головки на другую исследователь фактически разбирает установку и собирает ее снова в другой комплектации, поскольку после этого проводится длительный процесс настройки и отладки. Только тогда появляется возможность работы в новом режиме.

Принцип, реализованный в конструкции СОЛВЕР Некст, изначально позволяет избежать проблемы подобного рода. Полноценная автоматизация стала возможна благодаря разработке и внедрению ряда интеллектуальных систем, зарегистрированных под торговой маркой НТ-МДТ.

Для управления измерительными головками предназначена система HeadHiPEX™ (Head High Precision EXchange System), обеспечивающая автоматическую смену встроенных (АСМ, СТМ) и дополнительных внешних головок, и осуществляющая

одновременное их прецизионное позиционирование над образцом.

СОЛВЕР Некст оборудован также многофункциональной системой IsoShield™, поддерживающей вокруг образца заданную однородную среду (постоянную температуру, контролируемый уровень влажности, пренебрежимо малый уровень паразитного электромагнитного поля, электростатическую изоляцию), а также обеспечивающей защиту оператора от лазерных лучей при открытой измерительной ячейке.

Для навигации образца в СОЛВЕР Некст предусмотрена легкая в управлении автоматическая прецизионная система PINpoint™ (Precision Instrument Navigation System), обеспечивающая точное расположение образца и прицельное позиционирование системы видеонаблюдения.

Электронная система переключения размера области сканирования ScanScaler™ обеспечивает автоматизированное переключение режима сканера между большим (до 100 мкм) и малым полями сканирования.