



## МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ И НАНОИНДУСТРИИ

Л.Раткин  
rathkeen@bk.ru

С 26 по 29 мая 2010 года в Институте проблем химической физики РАН (Черноголовка) проведена 3-я школа “Метрология и стандартизация в нанотехнологиях и наноиндустрии”, организованная РОСНАНО и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Во вступительном слове чл.-кор. РАН В.Иванов (Метрологический центр РОСНАНО) отметил, что приоритетными направлениями в работе 3-й школы, ориентированной на ознакомление участников с



**В.Иванов**

перспективными разработками, стандартами и системами обеспечения единства измерений в наноиндустрии и нанотехнологиях с требованиями к методам испытаний, являются наноматериалы, нанофотоника и наноэлектроника. Выступающий подчеркнул, что среди 69 поддержанных РОСНАНО проектов, общий бюджет которых составляет 197 млрд. руб., а инвестиции Госкорпорации – 83 млрд.руб., к про-

изводству средств измерений относятся 8 проектов на сумму 6,3 млрд.руб. (инвестиции РОСНАНО – 3,3 млрд.руб).

Мировым достижениям и современным тенденциям развития наноэлектроники был посвящен доклад директора Института СВЧ полупроводниковой электроники РАН, д.т.н., проф. П.Мальцева.

Докладчик отметил, в частности, что в отличие от обычного многокаскадного полупроводникового лазера лазер на фотонных кристаллах с сечением излучателя 50 мкм и взвешенными в растворителе и нанесенными на кремниевую подложку наночастицами полупроводника при подаче напряжения без фокусировки в заданном направлении в режиме управления излучает ИК-сигнал с длиной волны 1,5 мкм.

В средствах и системах боевого обеспечения используются НЭМС, в частности, для управления боеприпасами и минными полями, охраны объектов и навигации, мониторинга и защиты от химического, ядерного и бактериологического оружия, картогра-

фирования и управления боевыми роботами, а также для разведки, слежения, наведения и целеуказания.

Прецизионные измерения в нанометровом диапазоне рассматривались в выступлении заместителя директора Института физики полупроводников (ИФП) им. А.В.Ржанова СО РАН чл.-кор. РАН, д.ф.-м.н. А.Латышева.

Особое внимание было уделено управляемому синтезу полупроводниковых многослойных квантово-размерных наноструктур на установках молекулярной и молеку-



**П.Мальцев**



**А.Латышев**

лярно-лучевой эпитаксии гетеросистем и наноструктур. Отмечено, что созданный в СО РАН Центр коллективного пользования (ЦКП) "Наноструктуры" обеспечивает развитие и совершенствование экспериментальных методов диагностики и литографии для систем пониженной размерности, определение с использованием оже-спектроскопии элементного и химического состава поверхности твердых тел.

В ЦКП доступна также вторичная ионная масс-спектрометрия и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, изучение атомной структуры, химического состава и морфологии материалов методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии для разных областей фундаментальной и прикладной науки, в том чис-



**М.Шевелев**

ле для биологии, полупроводникового материаловедения, минералогии и катализа.

Использование возможностей ЦКП также обеспечивает совершенствование структур пониженной размерности для наномеханики и нанoeлектроники методами зондовой, оптической, ионной и электронной литографии и оперативный бесконтактный мониторинг атомарных поверхностей методами атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Все это, несомненно, будет способствовать реализации дальнейших работ по совершенствованию инфраструктуры Центра метрологического обеспечения, в том числе, по оценке соответствия нанотехнологий и продукции наноиндустрии в Сибирском федеральном округе.

В докладе отмечено, что в ИФП СО РАН создана технология разработки тест-объектов для субнанометрового диапазона, сформулированы основные положения методики характеристики наноструктур и спроектирован макет атомно-гладкого зеркала для интерференционной микроскопии.

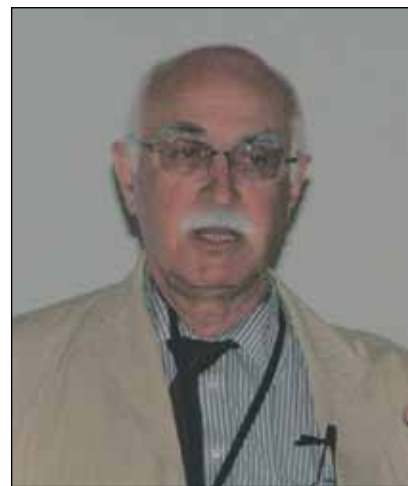
Роли промышленности в реформе системы технического регулирования был посвящен доклад ответственного секретаря Комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия М.Шевелева. Он, в частности, отметил, что внедрение 17 первоочередных регламентов предполагает разработку или обновление свыше 6000 стандартов и принятие 85 постановлений Правительства РФ.

Было показано, что Россия существенно отстает от ведущих промышленных стран в темпах совершенствования стандартов и технического регулирования в промышленности.

Так, средний срок обновления стандартов в России составляет 12 лет, в США –

5 лет, в Японии и ФРГ – 4 года. Соответственно в ФРГ ежегодно пересматривается 2500 стандартов, тогда как в РФ – 800–900.

В выступлении генерального директора Научно-исследовательского центра по изучению свойств поверхности и вакуума, д.ф.-м.н., проф. П.Тодуа затрагивались проблемы стандартизации в России системы измерений для nanoиндустрии, теоретические и практические аспекты нанометрологии.



**П.Тодуа**

Отмечено, что метрологическое сопровождение нанотехнологических процессов и методов калибровки параметров средств измерений и эталонов единиц физических величин и стандартных образцов позволило ввести в действие первую группу российских стандартов в сфере нанотехнологий, подготовить четыре межгосударственных и два национальных стандарта, разработать и стандартизировать средства и методы проверки/калибровки РЭМ и АСМ, сформулировать концепцию специализированного эталона единицы длины нанометрового диапазона.

Созданы также стандартные методы измерений в нанодиапазоне:

- межплоскостных расстояний в кристаллах,
- размерных параметров наночастиц и тонких пленок,



**В.Быков**

- эффективной высоты шероховатости поверхности.

Технологии и оборудование для работ в сфере нанофизики и нанoeлектроники были представлены в докладе генерального директора ЗАО “НТ-МДТ”, д.т.н. В.Быкова.

Он подчеркнул, что особенностью деятельности компании является диверсификация производственных процессов с предоставлением комплексных решений для оснащения промышленных центров.

Такой подход обусловил необходимость широкого научного сотрудничества с Национальной лабораторией нанотехнологии РНЦ “Курчатовский институт” и зеленоградским НИИФП им. Ф.В. Лукина.

Проблемы и перспективы развития кремниевой нанoeлектроники были темой выступления директора Физико-технологического института РАН, акад. РАН А.Орликовского.

Им рассмотрены особенности реализации технологий двойного экспонирования и нанолитографии для поколения интегральных схем с минимальным характеристическим размером 22 нм. Среди квантовых эффектов в нанотранзисторе отмечены, в частности, туннелирование между истоком и стоком, поперечное квантование носителей в канале транзистора, статистика Ферми-Дирака в контактах, квантово-механичес-

кое отражение и интерференция в канале.

По мнению докладчика, решению проблем многоуровневых соединений способствует создание нанометрологических методов и средств, промышленное внедрение новых материалов, обеспечение надежности соединений в контактах и минимизация потерь и задержек в соединениях.

В рамках работы 3-й школы также были представлены другие доклады, в частности, посвященные использованию электронных и ионно-лучевых методов для метрологии топологических структур в микромеханике и нанoeлектронике, характеризации атомной структуры полупроводниковых систем и структур углеродных нанотрубок с применением высокоразрешающей электронной микроскопии, использованию синхротронного излучения для исследования характеристик многослойных наноструктур.

Суммируя основные выводы докладчиков, можно отметить следующее:

- Важнейшими мероприятиями РОСНАНО в сфере стандартизации и метрологии в 2010 году являются создание Метрологического центра, принятие Программы стандартизации и Концепции системы метрологического обеспечения.



**А.Орликовский**

- В числе приоритетных нанометрологических объектов изучения – внедряемые Центрами нанометрологии и нанодиагностики эталоны, метрологические приборы и оборудование для нанометрового диапазона.
- Проблема метрологического обеспечения измерений состоит в привязке измерительной шкалы устройств к эталону метра. В этой связи, разработанные тест-объекты можно использовать для организации внутреннего аудита качества измерений, обеспечения единства измерений, разработки новых методик измерений и прецизионной калибровки сканеров и микромеханических устройств.
- Среди основных недостатков системы стандартизации и технического регулирования в России можно отметить отсутствие межведомственного плана внедрения большинства проектов технических регламентов и существенное превышение сроков формирования комплекта стандартов и сводов правил по сравнению с подобными европейскими документами.
- За рубежом наметился устойчивый рост капиталовложений в развитие не только гражданской, но и военной нанотехнологической продукции, например, при создании перспективной боевой системы Future Combat Systems – прототипа электронного поля боя, нанополимеров для дисплеев спецтехники, «квантовых точек» для приборов ночного видения и лазерной подсветки, причем уже к 2015 году, как отмечают эксперты, планируется завершение первого этапа перевооружения стран НАТО с использованием нанотехнологических достижений.

Фото: А.Раткин