

НАНОТЕХНОЛОГИЯ И НАНОМЕТРОЛОГИЯ

В XX веке состояние экономики высокоразвитых стран определялось в значительной степени развитием высоких технологий в авиации, космонавтике, ядерной энергетике, электронике, а в конце века – в микроэлектронике и информатике. Начало XXI века характеризуется формированием нового направления в науке и технике – нанотехнологии.

НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Стремительное развитие нанотехнологии в научном, техническом и прикладном плане, включая решение ряда экономических и социальных задач, предопределяет необходимость системного подхода как в организации научных исследований в данной области, так и во внедрении их результатов в различные сферы жизни общества.

Методологически под нанотехнологией обычно подразумеваются:

- знание и управление процессами в нанометровом масштабе, но не исключаящие объекты размером менее 100 нанометров в одном или более измерениях, когда размерный эффект приводит к возможности новых применений;

- использование свойств объектов и материалов в нанометровом диапазоне, которые отличаются от свойств свободных атомов или молекул, также как от объемных свойств состоящего из них вещества, для создания более совершен-

ных материалов, приборов, систем, реализующих эти новые свойства.

Специфическая особенность нанотехнологии – межотраслевой характер. Одно и то же явление может быть использовано в различных отраслях: информационно-телекоммуникационные технологии, медицина, фармакология, производство новых материалов, сельское хозяйство, экология и многое другое. Междисциплинарный характер нанотехнологий, разные терминология и исследовательские, технологические и измерительные подходы и методы, используемые в различных отраслях, привели к определенной разобщенности, затрудняющей успешный обмен технической информацией.

НАНОМЕТРОЛОГИЯ – МЕТРОЛОГИЯ В НАНОДИАПАЗОНЕ

История науки и техники неразрывно связана с развитием методов и средств измерений. Переход к наноуровню ставит

ряд новых специфических задач, обусловленных малыми размерами элементов и структур, с которыми имеет дело нанотехнология.

В нанотехнологии, как нигде более, актуален тезис "если нельзя измерить, то невозможно создать". Все страны, вступившие в "нанотехнологическую эру", прекрасно понимают необходимость опережающего развития метрологии в этой бурно развивающейся области знания. Именно уровень точности и достоверности измерений способны либо стимулировать развитие соответствующих отраслей, либо служить сдерживающим фактором.

Что есть метрология? С одной стороны – это наука об измерениях, методах и средствах достижения их повсеместного единства и требуемых точностей. С другой стороны – это институт обеспечения единства измерений в стране, включающий стандартизацию единиц физических величин, их воспроизведение с наивысшей точностью с помощью государственных эталонов и передачу размеров единиц физических величин иерархическим образом сверху вниз всем средствам измерений (приборам), допущенным к применению на территории страны.

Главная задача метрологии – достижение такого состояния, при котором результаты измерений выражены в законных единицах, и погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Пользуясь обычной школьной линейкой, мы совершенно не задумываемся, что ее шкала иерархически привязана к государственному эталону метра. В результате различные пользователи разных линеек, измеряя длину одного и того же объекта, получают один и тот же результат (в рамках определенной погрешности). В этом и состоит смысл обеспечения единства измерений.

Специфика нанотехнологий привела к развитию нового направления – нанометрологии, с которой связаны все теоретические и практические аспекты метрологического обеспечения единства измерений на наноразмерном уровне. Во-первых, это эталоны физических величин и эталонные установки, а также стандартные образцы состава, структуры и свойств для обеспечения передачи размера единиц физических величин в нанодиапазон. Во-вторых, это аттестованные или стандартизованные методики измерений физико-химических параметров и свойств объектов нанотехнологий, а также методики калибровки (поверки) самих применяемых средств измерений. В-третьих, это метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов, структур, объектов и иной продукции нанотехнологий.

С метрологией тесно связана стандартизация, одна из первоочередных задач которой – стандартизация параметров и свойств материалов, объектов, элементов и структур нанотехнологий, подлежащих измерениям. При межотрас-

левом и междисциплинарном характере нанотехнологий, различной терминологии и различных исследовательских и измерительных приемах и методах – это непростая, последовательно решаемая задача, несущая в себе позитив объединяющего начала. К этой же проблеме примыкает необходимость стандартизации терминов и определений в нанотехнологиях для обеспечения общения и взаимопонимания различных групп исследователей не только внутри одной страны, но и в рамках междисциплинарного и международного обмена информацией. Закономерное следствие этого – необходимость аттестованных и стандартизованных методик выполнения измерений, а также методик калибровки и поверки средств измерений, применяемых в нанотехнологиях.

Особый аспект стандартизации – решение задач обеспечения здоровья и безопасности операторов технологических процессов и лиц, взаимодействующих с продукцией нанотехнологий на всех этапах ее производства, испытаний, исследований и применений, а также экологической безопасности окружающей среды.

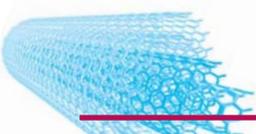
Что из себя представляет сертификация? Это ничто иное, как подтверждение соответствия параметров и свойств объектов, материалов и структур, технологических процессов, а также инструментальной и измерительной базы требованиям технических регламентов, стандартов и иных нормативных документов.

Логически следует, что "наибольший вес" приходится на метрологию, поскольку именно она является количественным базисом стандартизации и сертификации.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В НАНОМЕТРОЛОГИИ

Решение задач нанометрологии осуществляется на основе международного сотрудничества. В первую очередь, здесь надо отметить создание Технического комитета Международной организации по стандартизации (International organization for standardization – ISO) ISO/TC 229 "Нанотехнологии". Свое первое заседание Комитет провел 9-11 ноября 2005 г. в Лондоне. Организатор заседания – Британская организация по стандартизации.

Первоочередные задачи ISO/TC 229, сформулированные странами-участниками заседания, состоят в стандартизации по следующим направлениям: термины и определения, метрология и методы испытаний и измерений, стандартные образцы состава и свойств, моделирование процессов, медицина и безопасность, воздействие на окружающую среду. Решение этих задач, по мнению специалистов, даст мощный импульс развитию нанотехнологий и их практическому применению в различных отраслях экономики.



В рамках Технического комитета ISO/TC 229, секретариат которого ведет Британский институт стандартов, деятельность подкомитета по метрологии, методам измерений и испытаний координирует Япония, подкомитета по терминам и определениям – Канада, подкомитета по здоровью, безопасности и окружающей среде – Соединенные Штаты Америки.

В России функции государственной метрологической службы возложены на Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – Ростехрегулирование и подведомственные ему организации. В их обязанности входит обеспечение единства измерений, включая государственные испытания, с целью утверждения типа вновь произведенных или импортируемых средств измерений, надзор за состоянием и применением находящихся в эксплуатации средств измерений, обеспечение прослеживаемости передачи размера единиц физических величин в нанодиапазон всем применяемым средствам измерений, метрологическая экспертиза стандартов и иных нормативных документов, организация службы стандартных справочных данных, участие в работе международных метрологических организаций.

Для решения этих задач в области высоких технологий, включая нанотехнологию, в Ростехрегулировании создан Технический комитет по стандартизации ТК 441 "Наукоемкие технологии", функции организаторской деятельности секретариата которого возложены на Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума Ростехрегулирования (НИЦПВ).

В ТК 441 входят подкомитеты:

- ПК 1 "Нанотехнологии";
- ПК 2 "Квантоворазмерные эффекты в наукоемких технологиях";
- ПК 3 "Термины и определения";
- ПК 4 "Методы и средства обеспечения единства измерений в нанотехнологиях";
- ПК 5 "Нанотехнологии в микроэлектронике";
- ПК 6 "Материалы, структуры и объекты нанотехнологии";
- ПК 7 "Нанотехнологии и наноиндустрия".

В состав ТК 441 наряду с НИЦПВ входят Институт радиотехники и электроники РАН, Институт кристаллографии РАН, Физико-технологический институт РАН, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН, Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, Центр фотохимии РАН, Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Институт физики полупроводников СО РАН, Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН, Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов, Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности "Гиредмет", фирма НТ-МДТ, Центральный научно-исследовательский технологический институт "Техномаш", Всероссийский научно-исследовательский институт

метрологической службы, Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений, Московский институт стали и сплавов, Московский физико-технический институт.

Следует отметить, что за НИЦПВ закреплено участие от России в деятельности Технического комитета ISO/TC 229 "Нанотехнологии".

Центр является также членом Международной ассоциации производителей материалов, оборудования и технологий для полупроводниковой промышленности и плоскостельных дисплеев (Semiconductor Equipment and Materials International – SEMI).

НИЦПВ также является координатором проекта "Метрологическое обеспечение нанотехнологий" в рамках Международной организации KOOMET по европейско-азиатскому сотрудничеству в области метрологии, посвященного решению фундаментальных проблем метрологии в нанотехнологиях. Страны-участники: Россия, Беларусь, Украина, Словакия, Германия. На настоящий момент разработаны проект концепции метрологического обеспечения нанотехнологий и технология передачи размера единиц физических величин в нанодиапазон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие нанотехнологии, широкое внедрение ее достижений в науку, технику, производство, обеспечение качества продукции немислимы без опережающего развития методов и средств измерений. Опережающее развитие метрологического обеспечения нанотехнологий и, в первую очередь, обеспечения единства линейных измерений в нано- и прилегающих к нему диапазонах – основа нанометрологии, один из основных факторов успешного развития нанотехнологии. ■

НОВЫЕ КНИГИ

Серия "Мир материалов и технологий"
Готовится к изданию!

Дж. М. Мартинез-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Пальма, Ф. Агульйо-Руэда
Нанотехнология в электронике и оптоэлектронике

Книга является ценным учебным и справочным пособием для студентов, специализирующихся в физике, материаловедении и некоторых других технических дисциплинах. Ее с интересом прочтут также ученые и инженеры, которые в своей практической работе сталкиваются с различными проблемами и представлениями, связанными с нанонаукой и нанотехнологией.

В настоящее время издается много отличных книг по новейшим разделам нанонауки, но почти отсутствуют учебники и пособия для студентов-старшекурсников и аспирантов, связанных с нанонаукой. Предлагаемая книга заполняет этот пробел, так как представляет собой именно учебный курс, рассчитанный на старшекурсников и аспирантов соответствующих специальностей.

2007. - ок. 300 с., формат 60x90/16, переплет