

Формирование Центра метрологического обеспечения нанотехнологий и оценки соответствия продукции наноиндустрии

А. С. ГУСЕВ, Ю. М. ЗОЛОТАРЕВСКИЙ, В. Л. ЛЯСКОВСКИЙ

Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений,
Москва, Россия, e-mail: yzm@vniiofi.ru, gusev@vniiofi.ru

Рассмотрены предпосылки создания и процесс формирования Центра метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции наноиндустрии. Описана организационная структура Центра, а также структура и функции его региональных и отраслевых отделений.

Ключевые слова: нанотехнологии, метрологическое обеспечение, оценка соответствия.

The preconditions of creation and the process of formation of the Center of metrological assurance and conformity assessment of nanotechnologies and nanoindustry products are considered. The organizational structure of the Center, as well as the structure of its regional and branch departments and their functions are described.

Key words: nanotechnology, metrological assurance, conformity assessment.

Развитие наноиндустрии требует разработки новых технологий и физических основ производства, применения и утилизации нанопродукции. При этом уровень материальных затрат и высокие риски получения результатов, не гарантирующих создания практически значимых и экономически привлекательных технологий и продукции, могут существенно тормозить развитие наноиндустрии. Для преодоления этих трудностей важно объединить усилия различных организаций и специалистов для решения задач создания и внедрения нанотехнологий. К таким задачам относится обеспечение достоверных измерений, контроля и испытаний продукции наноиндустрии на всех этапах жизненного цикла.

Одним из решений указанной задачи является централизованная координация действий в выбранном направлении. В связи с этим для построения эффективной системы методического обеспечения национальной нанотехнологической сети (ННС) в рамках реализации [1] было принято решение о создании Центра метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции наноиндустрии (далее — Центра). Центр призван концентрировать усилия заинтересованных организаций в решении ключевых задач в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации.

Основная задача Центра — методическая поддержка деятельности предприятий ННС в области метрологии, метрологического обеспечения единства измерений, стандартизации, оценки соответствия и безопасности продукции в отраслях и регионах России. Достижение этой цели будет способствовать повышению конкурентоспособности отечественной нанопродукции, развитию ее экспортного потенциала, ускорению коммерциализации инновационных проектов в данной сфере.

Организационно Центр представляет интегрированную инфраструктуру, координацию работ в которой выполняют: головная научная организация наноиндустрии — Курчатовский институт, головная организация Росстандарта по мет-

рологическому обеспечению нанотехнологий — ВНИИОФИ и Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС) в части методического обеспечения. Для эффективного функционирования указанной инфраструктуры необходима аналитика текущего состояния нанотехнологий, а также тенденций их развития в ближайшие годы. Курчатовский институт эффективно проводит такой анализ с учетом возникающих метрологических и измерительных задач, сопровождает выполняемые в сфере нанотехнологий работы и координирует деятельность отраслевых отделений Центра.

Важным достижением было создание автоматизированной системы управления информационными потоками. Выполнение данного комплекса работ поручено ВНИИОФИ [2], который определен головной организацией Росстандарта по координации работ в рамках направления «Развитие методической составляющей инфраструктуры наноиндустрии». На институт также возложена задача координации деятельности региональных отделений Центра.

Научно-методический совет Центра, куда входят руководители и ведущие ученые базовых организаций, представители региональных и отраслевых отделений, рассмотрел перспективы работ по важнейшим направлениям деятельности, разработал общие подходы и принципы их проведения, изучил проекты организационно-методических документов и дал соответствующие рекомендации, создал условия для взаимодействия организаций и предприятий ННС.

Региональные и отраслевые отделения. К моменту начала создания инфраструктуры Центра уже была сформирована отраслевая структура отечественной наноиндустрии. Это обусловило необходимость учета специфики методического обеспечения отдельных отраслей наноиндустрии и координации работ в этих отраслях. Необходимость масштабной методической поддержки существующих и создаваемых предприятий ННС в регионах России, не имеющих четко вы-

раженной отраслевой принадлежности, привела к включению в структуру Центра семи региональных и девяти отраслевых отделений. Региональные отделения созданы на базе институтов и территориальных органов Росстандарта, отвечающих за решение задач метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции nanoиндустрии в федеральных округах. Функции регионального отделения Центра возложены на: ТЕСТ—С.-Петербург в северо-западном федеральном округе; в центральном федеральном округе — ВНИИМС; уральском — УНИИМ; сибирском — СНИИМ; дальневосточном — хабаровский филиал ВНИИФТРИ; южном и северо-кавказском — ростовский ЦСМ; приволжском — нижегородский ЦСМ. Региональные отделения должны способствовать метрологическому обеспечению измерительных задач для предприятий ННС в конкретных федеральных округах в соответствии с развивающимися в них нанотехнологиями. Отраслевые отделения Центра, созданные на базе головных предприятий ННС, отвечают за решение задач метрологического обеспечения и оценку соответствия нанотехнологий и продукции nanoиндустрии по девяти определенным в [1] основным направлениям развития нанотехнологий в России.

Отраслевое отделение Центра проводит мониторинг и подготовку предложений по совершенствованию измерительных технологий с целью создания необходимых условий для метрологического обеспечения нанотехнологий и контроля измерений по предметному направлению. Отраслевые отделения Центра сформированы на базе головных организаций отраслей [1], перечень которых приведен в таблице.

Перечень головных организаций отраслевых отделений Центра

Наименование тематического направления	Головная организация отрасли
Наноэлектроника	Научно-исследовательский институт физических проблем им. Ф. В. Лукина [3]
Наноинженерия	Московский государственный институт электронной техники (технический университет) [4]
Функциональные наноматериалы для энергетики	Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов имени акад. А. А. Бочвара [5]
Функциональные наноматериалы для космической техники	Исследовательский центр им. М. В. Келдыша [6]
Нанобиотехнологии	Российский научный центр «Курчатовский институт» [7]
Конструкционные наноматериалы	Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» [8] Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов [9]
Композитные наноматериалы	Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов [10]
Нанотехнологии для систем безопасности	Центральный научно-исследовательский институт химии и механики [11]

Отделения созданы без образования новых юридических лиц на базе существующих предприятий ННС, деятельность которых регламентирована положениями об отделениях, разработанными на основе типового положения и утвержденными руководителями предприятий. Отделения обеспечивают взаимодействие с предприятиями ННС и удовлетворение их запросов в области метрологического обеспечения, включая поверки и калибровки средств измерений (СИ), а также оценку соответствия и другие потребности, связанные с разработкой, производством, эксплуатацией и утилизацией продукции nanoиндустрии.

Головное отделение и информационно-аналитическая система Центра. Для практической реализации работ по созданию и обеспечению функционирования Центра сформировано его головное отделение на базе лаборатории метрологического обеспечения нанотехнологий ВНИИОФИ. Благодаря тому, что Центр является инвестиционным объектом Программы и на него были выделены средства по линии капитальных вложений, за два года создан современный Центр, оснащенный высокоточными средствами электронной, атомно-силовой, ближнепольной, оптической интерференционной микроскопии и рентгеновской дифрактометрии, приборами для измерений фракционного состава наночастиц с использованием метода динамического рассеяния света, аппаратурой для энергодисперсионного анализа и др. Головное отделение также координирует работу информационно-аналитического портала, вычислительных и коммуникационных ресурсов. Указанный портал предоставляет единое информационное поле для головных, отраслевых и региональных отделений Центра, обеспечивает публикацию его документов, сбор информации для формирования базы данных о метрологических запросах и калибровочных возможностях в области метрологии. Информационно-аналитическим порталом предусмотрены программно-технические решения, обеспечивающие функционирование механизмов взаимодействия и координации работ с региональными и отраслевыми организациями по всем направлениям деятельности Центра, которая охватывает следующие области: фотометрия, оптическая радио- и колориметрия, рефракто- и поляриметрия, метрологическое обеспечение измерений химического состава, структуры, свойств материалов и геометрических размеров методами электронной и атомно-силовой микроскопии. Кроме того, проводятся исследования: светодиодов и солнечных элементов на основе наногетероструктур и органических наноструктурированных материалов; многослойных наноразмерных покрытий, используемых при производстве фотодетекторов и оптических элементов; оптических свойств наноматериалов, включая метаматериалы; метрологического обеспечения производства элементов нанофотоники, наноэлектроники, включая процессы нанолитографии; нанобиотехнологий.

Оборудование Центра включено в состав Центра коллективного пользования высокоточными методами и средствами оптико-физических измерений ВНИИОФИ. К измерительным возможностям Центра имеют доступ сторонние организации, которые могут заказывать проведение измерений на дорогостоящем высокоточном современном оборудовании. Заказчик может проконтролировать при этом часть измерений с помощью системы удаленного доступа, разработанной при финансовой поддержке Минобрнауки России. Лаборатории Центра аккредитованы в системе доброволь-

ной сертификации «Наносертифика» в качестве испытательной лаборатории. В рамках этих работ проводят измерения для сертификации продукции, содержащей наноструктурированные элементы. Специалисты Центра оказывают помощь заинтересованным организациям ННС в подготовке кадров в области метрологии. По заказу ГК «РОСНАНО» и Фонда инфраструктурных и образовательных программ на базе Центра разработаны две образовательные программы в области метрологического обеспечения изделий фотоники и продукции наноиндустрии. Создана пилотная площадка для сертификации квалификаций в области нанометрологии, где более 20 специалистов-метрологов прошли сертификацию на соответствие профессиональному стандарту, утвержденному Российским союзом промышленников и предпринимателей. Также сотрудники Центра участвуют в переподготовке специалистов-метрологов отечественных предприятий на кафедре «Оптико-физические измерения» Академии стандартизации, метрологии и сертификации. На оборудовании Центра проходят обучение студенты МИЭМ, МИРЭА и практику — студенты МГТУ им. Баумана.

Работы в Центре проводятся при поддержке Минобрнауки России (соглашение № 14.625.21.0004 от 25.08.2014 г., уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI62514X0004).

Л и т е р а т у р а

1. **Федеральная целевая программа** «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008—2011 годы». Постановление Правительства РФ от 02.08.2007 № 498 (ред. от 30.12.2011 с изменениями, вступившими в силу с 21.02.2012).

2. **Приказ № 2396** руководителя Росстандарта от 4 ноября 2007 года о реализации постановления Правительства Российской Федерации от 2 августа 2007 года № 498 «О федеральной целевой программе «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008—2010 годы»».

3. **НИИ физических проблем им. Ф. В. Лукина.** Головная организация Минпромторга России по направлению наноэлектроника. [Электрон. ресурс]. <http://www.niifp.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

4. **Московский институт электронной техники.** [Электрон. ресурс]. <http://www.miee.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

5. **Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов имени акад. А. А. Бочвара.** [Электрон. ресурс]. <http://www.bochvar.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

6. **Исследовательский центр им. М. В. Келдыша.** [Электрон. ресурс]. <http://www.kerc.msk.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

7. **НИЦ «Курчатовский институт».** [Электрон. ресурс]. <http://www.nrcki.ru/> (дата обращения 3.08.2015 г.).

8. **ГНЦ «ЦНИИ КМ «Прометей»** [Электрон. ресурс]. <http://www.cism-prometey.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

9. **Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов.** [Электрон. ресурс]. <http://www.ntcstm.troitsk.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

10. **Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов.** [Электрон. ресурс]. <http://www.viam.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

11. **Центральный научно-исследовательский институт химии и механики.** [Электрон. ресурс]. <http://www.cniim.ru> (дата обращения 3.08.2015 г.).

Дата принятия 03.09.2015 г.

53.086

Создание калибровочных образцов меры с элементами рельефа менее 100 нм

Ю. Р. ЕФИМЕНКОВ, Ю. М. ЗОЛОТАРЕВСКИЙ, В. Л. ЛЯСКОВСКИЙ,
К. Н. МИНЬКОВ, А. А. САМОЙЛЕНКО

Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений,
Москва, Россия, e-mail: ymz@vniiofi.ru, vlyask@vniiofi.ru

Представлены результаты разработки экспериментального образца меры с элементами рельефа менее 100 нм для калибровки оптических, ближнепольных и электронных микроскопов на основе металлизированного электронного резиста (покрытия).

Ключевые слова: мера рельефа, калибровка, ближнепольная, оптическая и электронная микроскопии.

The results of development of experimental sample measure with relief elements less than 100 nm for calibration of optical, near-field and electron microscopes based on metalized electron resist (coating) are presented.

Key words: relief measure, calibration, near-field microscopy, optical microscopy, electron microscopy.

В современных технологиях все чаще используют наноструктурированные материалы, геометрические параметры которых определяют основные свойства выпускаемой про-

дукции. Автоматизация промежуточного контроля этих параметров при производстве наноструктурированных компонентов инновационной продукции является одной из