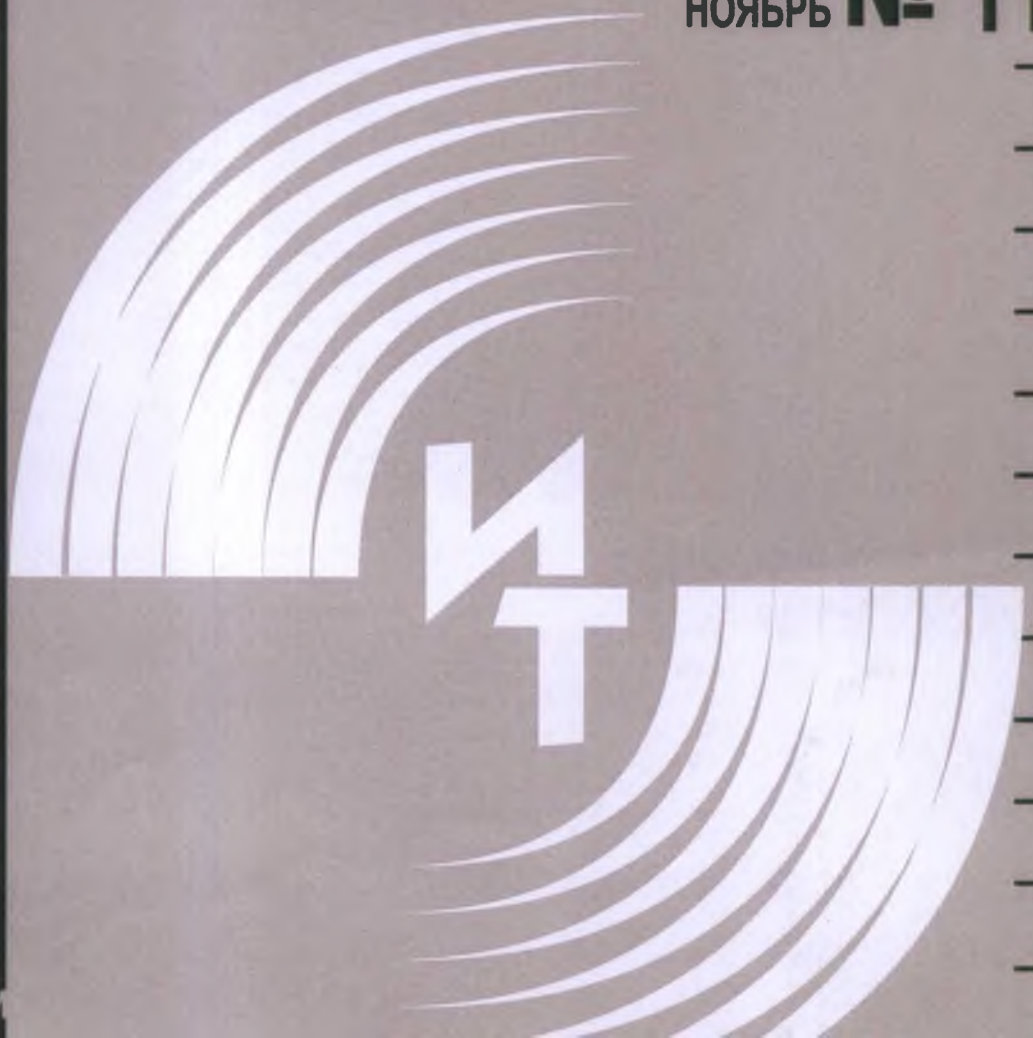




ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

2015

НОЯБРЬ № 11



ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

2015

№11 ноябрь

Ежемесячный
научно-технический
журнал
основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ

Федеральное агентство
по техническому регулированию
и метрологии

ФГУП «Всероссийский
научно-исследовательский
институт метрологии
им. Д.И.Менделеева»

ФГУП «Всероссийский
научно-исследовательский
институт оптико-физических
измерений»

ФГУП «Всероссийский
научно-исследовательский
институт физико-технических
и радиотехнических измерений»

ФГУП «Всероссийский
научно-исследовательский
институт метрологической
службы»

ФГУП «Уральский
научно-исследовательский
институт метрологии»

ФГУП «Российский
научно-технический центр
информации по стандартизации,
метрологии и оценке соответствия»

Метрологическая академия

К ЮБИЛЕЮ ВНИИОФИ

| | |
|---|----|
| В. Н. Крутиков. Историческая справка о Всероссийском научно-исследовательском институте оптико-физических измерений | 3 |
| С. С. Голубев, В. Н. Крутиков, В. С. Иванов, Ю. М. Золотаревский, Н. П. Муравская, С. Н. Негода. Совершенствование эталонной базы в области оптико-физических измерений | 6 |
| А. А. Ковалев, А. А. Либерман, А. С. Микрюков, С. А. Москалюк, М. В. Улановский. Государственный первичный эталон единицы средней мощности лазерного излучения ГЭТ 28—2013 | 11 |
| В. Р. Гаврилов, А. Ю. Дунаев, Б. Е. Лисянский, С. П. Морозова, Д. А. Отряскин, В. И. Саприцкий, Б. Б. Хлевной. Государственный первичный эталон единиц величин абсолютной и относительной спектральных чувствительностей в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм ГЭТ 213—2014 | 15 |
| Ю. М. Золотаревский, И. С. Королев, В. Н. Крутиков, С. В. Тихомиров, Н. П. Хатыров, А. А. Щербина. Метрологическое обеспечение измерений частоты излучения в информационных системах оптического диапазона | 18 |
| А. С. Гусев, Ю. М. Золотаревский, В. Л. Лясковский. Формирование Центра метрологического обеспечения нанотехнологий и оценки соответствия продукции наноиндустрии | 22 |
| Ю. Р. Ефименков, Ю. М. Золотаревский, В. Л. Лясковский, К. Н. Миньков, А. А. Самойленко. Создание калибровочных образцов меры с элементами рельефа менее 100 нм | 24 |
| С. И. Аневский, Ю. М. Золотаревский, В. С. Иванов, В. Н. Крутиков, О. А. Минаева, Р. В. Минаев. Спектрорадиометрия ультрафиолетового излучения | 26 |
| А. М. Райцин, М. В. Улановский. Классификация моментов пространственного распределения интенсивности лазерного пучка | 31 |
| Г. Н. Вишняков, Г. Г. Левин, В. Л. Минаев. Спектральный анализ метода измерений фазового сдвига по интерферограммам | 34 |
| М. И. Латушко. Оценка уровня шумов фазовых изображений, получаемых с помощью сдвигового интерференционного микроскопа | 38 |
| М. И. Латушко, Г. Н. Вишняков, Г. Г. Левин. Сдвиговый интерференционный микроскоп с расшифровкой дифференциальных фазовых изображений живых клеток методом фазовых шагов | 40 |
| А. А. Ковалев, А. А. Либерман, А. С. Микрюков, С. А. Москалюк, М. В. Улановский. Определение квантовых характеристик счетчика фотонов с помощью калиброванного по мощности лазерного излучения | 44 |
| С. А. Огарев, Б. Б. Хлевной, Б. Е. Лисянский, С. П. Морозова, М. Л. Самойлов, В. И. Саприцкий. Прецизионные низко- и среднетемпературные модели черного тела для радиометрии и радиационной термометрии | 48 |
| С. А. Огарев, Б. Б. Хлевной, М. Л. Самойлов, Д. А. Отряскин, И. А. Григорьева, М. В. Солодилов, В. И. Саприцкий. Высокотемпературные модели черного тела для фотометрии, радиометрии и радиационной термометрии | 51 |
| К. Ю. Сахаров, С. А. Подосенов, В. А. Туркин, О. В. Михеев, Е. Р. Менькова, А. В. Сухов, А. И. Алешко. Использование метода заданных токов для расчета во временной области параметров импульсных электромагнитных полей с длительностью фронта до 10 пс | 55 |
| К. Ю. Сахаров, В. А. Туркин, О. В. Михеев, В. Л. Уголев, М. Ю. Денисов, А. В. Сухов. Метрологическое обеспечение измерений импульсных токов молнии | 58 |
| К. Ю. Сахаров, В. А. Туркин, О. В. Михеев, А. В. Сухов, А. И. Алешко. Методы и средства зондирования радиопоглощающих материалов с помощью сверхкоротких электромагнитных импульсов | 60 |
| А. Д. Левин, А. И. Нагаев, В. А. Прибытков, А. Ю. Садагов, Е. А. Шмыткова. Развитие оптико-спектральных методов измерений параметров наночастиц в жидких средах | 64 |
| М. Н. Павлович, С. П. Морозова, В. И. Саприцкий, А. А. Стахарный, Б. Е. Лисянский. Международные сличения абсолютного радиометра MAR-1 с мировым радиационным эталоном | 68 |

Главный редактор
С. С. Голубев

Редакционная коллегия:

В. И. Белоцерковский
С. И. Донченко
И. В. Емельянова
(зам. гл. редактора)
Л. К. Исаев
А. Д. Козлов
Е. П. Кривцов
В. Н. Крутиков
А. Ю. Кузин
С. В. Медведевских
А. И. Механников
В. В. Окрепилов
В. Н. Храменков
И. А. Шайко
В. В. Швыдун

**Журнал переводится
на английский язык
под названием
«MEASUREMENT TECHNIQUES»
издательством Springer
www.springer.com/11018**

Технический редактор *Г. А. Теребинкина*
Корректор *М. В. Бучная*
Компьютерная верстка *Т. Ф. Кузнецовой*

Сдано в набор 12.10.2015. Подписано
в печать 17.11.2015. Формат 60×90^{1/8}. Бумага
офсетная. Печать офсетная. Усл. п. л. 9,0.
Уч.-изд. л. 11,35. Тир. 335 экз. Зак. 3497.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-21572
от 15.07.2005 г.

Адрес редакции: 117418 Москва, Нахимовский проспект,
д. 31, к. 2, тел. (495) 531-26-21.
Почтовый адрес: 117418 Москва, Нахимовский проспект,
д. 31, к. 2.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»,
123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

Набрано в Калужской типографии стандартов,
248021 Калуга, ул. Московская, 256.

© Измерительная техника, 2015

FOR THE VNIIOFI ANNIVERSARY

| | |
|--|----|
| <i>V. N. Krutikov. Historical reference on All-Russian Scientific and Research Institute of Optical and Physical Measurement</i> | 3 |
| <i>S. S. Golubev, V. N. Krutikov, V. S. Ivanov, Y. M. Zolotarevsky, N. H. Muravskaya, S. N. Negoda. Improvement of reference base of optical and physical measurements</i> | 6 |
| <i>A. A. Kovalev, A. A. Liberman, A. S. Mikryukov, S. A. Moskalyuk, M. V. Ulanovsky. State primary standard of laser radiation average power unit GET 28—2013</i> | 11 |
| <i>V. R. Gavrilov, A. Yu. Dunaev, B. E. Lisiansky, S. P. Morozova, D. A. Otryaskin, V. I. Sapritsky, B. B. Khlevnoy. State primary standard of units of absolute and relative spectral sensitivities in the wavelength range from 0,25 to 14,00 μm GET 213—2014</i> | 15 |
| <i>Yu. M. Zolotarevsky, I. S. Korolev, V. N. Krutikov, S. V. Tikhomirov, N. P. Khatyrev, A. A. Scherbina. Metrological assurance of radiation frequency measurements in optical range information systems</i> | 18 |
| <i>A. S. Gusev, Yu. M. Zolotarevsky, V. L. Lyaskovskiy. Formation of center of metrological assurance of nanotechnologies and conformity assessment of nanoindustry products</i> | 22 |
| <i>Yu. R. Efimenkov, Yu. M. Zolotarevsky, V. L. Lyaskovskiy, K. N. Min'kov, A. A. Samoilenko. Creation of calibration samples with the size of the relief elements less than 100 nm</i> | 24 |
| <i>S. I. Anevsky, Yu. M. Zolotarevsky, V. S. Ivanov, V. N. Krutikov, O. A. Minaeva, R. V. Minaev. Spectroradiometry of ultraviolet radiation</i> | 26 |
| <i>A. M. Raitsin, M. V. Ulanovskii. Classification of moments of spatial laser beam intensity distribution</i> | 31 |
| <i>G. N. Vishnyakov, G. G. Levin, V. L. Minaev. Spectral analysis of method of phase shift measurement by interferograms</i> | 34 |
| <i>M. I. Latushko. Estimation of noise level of phase images obtained by means of shearing interference microscope</i> | 38 |
| <i>M. I. Latushko, G. N. Vishnyakov, G. G. Levin. Shearing interference microscope with decryption of living cells differential phase images by means of phase steps method</i> | 40 |
| <i>A. A. Kovalev, A. A. Liberman, A. S. Mikryukov, S. A. Moskalyuk, M. V. Ulanovskii. Determination of quantum characteristics of the photon counter by means of power calibrated laser radiation</i> | 44 |
| <i>S. A. Ogarev, B. B. Khlevnoy, B. E. Lisiansky, S. P. Morozova, M. L. Samoylov, V. I. Sapritsky. Precise low and medium temperature black body models for radiometry and radiation thermometry</i> | 48 |
| <i>S. A. Ogarev, B. B. Khlevnoy, M. L. Samoylov, D. A. Otryaskin, I. A. Grigor'eva, M. V. Solodilov, V. I. Sapritsky. High temperature models of black body for photometry, radiometry and radiation temperature</i> | 51 |
| <i>K. Yu. Sakharov, S. A. Podosenov, V. A. Turkin, O. V. Mikheev, E. R. Men'kova, A. V. Sukhov, A. I. Aleshko. The predetermined currents method application for calculation in temporal field of parameters of pulse electromagnetic fields with front duration up to 10 ps</i> | 55 |
| <i>K. Yu. Sakharov, V. A. Turkin, O. V. Mikheev, V. L. Ugolev, M. Yu. Denisov, A. V. Sukhov. The metrological assurance of lightning pulse currents measurement</i> | 58 |
| <i>K. Yu. Sakharov, V. A. Turkin, O. V. Mikheev, A. V. Sukhov, A. I. Aleshko. Methods and Instruments for radio-absorbent materials sounding by means of ultra-short electromagnetic pulses</i> | 60 |
| <i>A. D. Levin, A. I. Nagaev, V. A. Pribitkov, A. Yu. Sadagov, E. A. Shmytkova. Development of optical and spectral methods of nanoparticles characterization in liquids</i> | 64 |
| <i>M. N. Pavlovich, S. P. Morozova, V. I. Sapritsky, A. A. Staharny, B. E. Lisiansky. International comparisons of absolute radiometer MAR-1 with world radiation standard</i> | 68 |

Формирование Центра метрологического обеспечения нанотехнологий и оценки соответствия продукции nanoиндустрии

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 nanoиндустрии. 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 nanoиндустрии 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 nanoиндустрии. 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 nanoиндустрии 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 nanoиндустрии (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 nanoиндустрии — 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 nanoиндустрии». 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 nanoиндустрии. Это обусловило необходимость учета специфики методического обеспечения отдельных отраслей nanoиндустрии 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 |
|--|--|
| Нанозлектроника | 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, нанозлектроники, 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).

Литература

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.** Главная 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.cniihm.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