

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

№ госрегистрации 01201171889

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке УрФУ  
Кружаев В.В.

“ 25 ” декабря 2015 г.

М.П.



ОТЧЕТ

О ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТАХ

РАЗВИТИЕ УРАЛЬСКОГО ЦЕНТРА КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ  
«СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ»  
УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

по теме:


Развитие ЦКП в области рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии  
(заключительный)

Этап 3

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям  
развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

Соглашение о предоставлении субсидии от 22 августа 2014 г. № 14.594.21.0011  
с дополнительным соглашением от 24 июня 2015 г. № 1

Руководитель проекта  
директор УЦКП СН УрФУ,  
д. ф.-м. н., профессор

 25.12.15 Шур В.Я.  
(подпись, дата)

Екатеринбург 2015

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта, директор УЦКП СН УрФУ, д.ф.-м.н., профессор	_____	Шур В.Я. (разделы 1-4, введение, заключение)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Аликин Д.О. (разделы 2, 3)
инженер, к.т.н.	_____	Алимов В.И. (раздел 2)
инженер-исследователь к.ф.-м.н.	_____	Ахматханов А.Р. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Батурин И.С. (раздел 3)
зав. лаб., д.ф.-м.н.	_____	Важенин В.А. (раздел 2)
м.н.с., аспирант	_____	Васильев С.Г. (разделы 2, 3)
м.н.с., аспирант	_____	Васильева Д.С. (разделы 2, 3)
зав. каф., в.н.с., д.ф.-м.н., профессор	_____	Васьковский В.О. (раздел 3)
м.н.с., студент	_____	Гимадеева Л.В. (раздел 3)
в.н.с., д.ф.-м.н.	_____	Горлов А.Д. (раздел 2)
н.с., к.ф.-м.н.	_____	Долбилов М.А. (раздел 1)
м.н.с., аспирант	_____	Есин А.А. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Зеленовский П.С. (разделы 2, 3)
Менеджер, аспирант	_____	Колчина Е.А. (раздел 4)
м.н.с.	_____	Конев М.В. (раздел 2)

м.н.с., аспирант	_____	Кособоков М.С. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Кузнецов Д.К. (разделы 2, 3)
лаборант	_____	Линкер Э.А. (раздел 1)
специалист	_____	Майорова Я.А. (раздел 2)
лаборант-исследователь	_____	Макарова С.А. (раздел 2)
н.с., к.ф.-м.н.	_____	Мингалиев Е.А. (разделы 2, 3)
с.н.с., к.х.н.	_____	Морозова М.В. (раздел 3)
студент	_____	Наумова Н.А. (раздел 1)
н.с.	_____	Небогатиков М.С. (раздел 3)
м.н.с., аспирант	_____	Нерадовский М.М. (раздел 2)
м.н.с., аспирант	_____	Нураева А.С. (раздел 2)
специалист, к.ф.н.	_____	Панасова Е.П. (раздел 3)
менеджер	_____	Пасичник Т.Г. (разделы 2, 3)
доцент, к.ф.-м.н.	_____	Пелегов Д.В. (разделы 2, 3)
м.н.с.	_____	Пелегова Е.В. (разделы 1, 2, 3, 4)
м.н.с., аспирант	_____	Пряхина В.И. (разделы 2, 3)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Романюк К.Н. (раздел 3)

с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Селезнева Н.В. (раздел 2)
м.н.с., аспирант	_____	Турыгин А.П. (разделы 1, 2)
м.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Тюрнина А.Е. (разделы 1, 2)
м.н.с., аспирант	_____	Ушаков А.Д. (раздел 3)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Чезганов Д.С. (разделы 2, 3)
м.н.с., аспирант	_____	Чувакова М.А. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	Шишкина Е.В. (раздел 2)
н.с.	_____	Шур А.Г. (разделы 1, 2)

## РЕФЕРАТ

Отчет 42 с., 1 ч., 1 рис., 1 прил.

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ, РЕНТГЕНОВСКАЯ ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ, БИОМЕДИЦИНА, СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ, СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ, ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ

Цели проекта: реализация Программы развития Уральского ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ на 2014-2015 годы, направленной на повышение эффективности участия центра в реализации перспективных междисциплинарных исследовательских проектов по приоритетным направлениям развития науки и технологий Российской Федерации, решений перспективных научных задач, в том числе в кооперации с ведущими мировыми научными и исследовательскими центрами; повышение уровня сложности и расширения перечня выполняемых научно-технических услуг, а также развитие нормативно-методической, метрологической и информационной составляющих ЦКП; анализ использования современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач, включая исследования и разработки материалов с принципиально новыми свойствами.

На отчетном этапе выполнены следующие основные работы. Реализована Программа развития ЦКП: поставлен, установлен и введен в эксплуатацию рентгеновский фотоэлектронный спектрометр K-ALPHA Thermo Fisher Scientific; завершена процедура закупки универсального автотитратора МРТ-2 и скоростной оптической камеры FASTCAM Mini UX-100 800K C3. Закуплены расходные материалы; произведена модернизация, содержание и ремонт научного оборудования ЦКП; разработаны и освоены три новые методики выполнения измерений параметров и состава различных объектов на сканирующем электронном микроскопе и нанотвердомере; сотрудники ЦКП приняли участие в конференциях и семинарах; проведены мероприятия по развитию сотрудничества с Penn State University, State College, США. Проведен международный семинар «Современные нанотехнологии» IWMN-2015 27-29 августа 2015 г. для пользователей УЦКП СН УрФУ. Приобретен комплекс для проведения прецизионных спектральных измерений для системы WiTec alpha 300AR.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Работы, выполненные на предыдущих этапах.....	8
1.1. Работы, выполненные на первом этапе.....	8
1.1.1. Работы, выполненные за счет средств субсидии.....	8
1.1.2. Работы, выполненные за счет внебюджетных средств.....	11
1.2. Работы, выполненные на втором этапе.....	12
1.2.1. Работы, выполненные за счет средств субсидии.....	12
1.2.2. Работы, выполненные за счет внебюджетных средств.....	14
2. Работы, выполненные за счет средств субсидии.....	16
2.1. Реализация Программы развития ЦКП.....	16
3. Работы, выполненные за счет внебюджетных средств.....	27
3.1. Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей.....	27
3.2. Закупка оборудования и материалов для научных исследований.....	29
3.3. Оказание услуг внешним пользователям ЦКП.....	29
3.4. Подготовка помещения для размещения оборудования.....	31
3.5. Содержание и ремонт оборудования.....	32
3.6. Калибровка и поверка приборов.....	32
3.7. Аттестация методик.....	32
3.8. Проведение семинаров и школ для пользователей.....	32
3.9. Повышение квалификации сотрудников ЦКП, участие в конференциях.....	33
4. Краткое описание выполненных с использованием ЦКП научных исследований.....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	38

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы обеспечения равного доступа ученых и исследователей к дорогостоящим исследовательским комплексам, научному оборудованию и установкам является применение форм коллективного их использования. Реализация форм коллективного использования оборудования для проведения поисковых исследований выступает основной целью создания и деятельности центров коллективного пользования научным оборудованием (далее - ЦКП).

Под центрами коллективного пользования научным оборудованием понимаются научно-организационные структуры, созданные в федеральных научно-исследовательских организациях и высших учебных заведениях, располагающие сложным дорогостоящим исследовательским оборудованием, высококвалифицированными кадрами и обеспечивающие проведение исследований и оказание услуг в интересах этих организаций и учебных заведений, а также внешних пользователей.

Формирование и развитие ЦКП позволяет обеспечивать высокую эффективность использования современных исследовательских комплексов за счет повышения их загрузки, а также создавать условия для проведения междисциплинарных исследований.

Реализация проектов, направленных на развитие и поддержку сети ЦКП, является эффективным направлением развития приборной базы сектора исследований и разработок, что подтверждается практикой функционирования центров. Результативность сети ЦКП, обеспечивающей доступ широкому кругу исследователей к дорогостоящему научному оборудованию, определяет центры как опорные точки научной инфраструктуры в области приоритетных направлений исследований.

## **1. Работы, выполненные на предыдущих этапах**

### **1.1. Работы, выполненные на первом этапе**

#### **1.1.1. Работы, выполненные за счет средств субсидии**

##### ***Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей***

1) Произведена закупка и установка сканирующего зондового микроскопа - нанотвердомера НаноСкан-4Д.

2) Заключен контракт на покупку сканирующего электронного микроскопа Zeiss EVO LS10 с системой пробоподготовки. Заплачен аванс. В связи с длительным сроком изготовления оборудования поставка и окончательный расчет произведены на втором этапе в 2015 году.

##### ***Закупка расходных материалов***

Произведена закупка расходных материалов:

- катод для электронной пушки рабочей станции AURIGA CROSSBEAM, Carl Zeiss;
- материалы для электронно-лучевого и магнетронного напыления;
- фильтры сжатого воздуха;
- фильтры (картриджи) для системы очистки воды Millipore Elix 10;
- ртутная лампа OSRAM;
- двухступенчатые газовые редукторы низкого давления;
- аккумуляторы для источников бесперебойного питания;
- микрозонды для сканирующего зондового микроскопа.

##### ***Модернизация, содержание и ремонт научного оборудования УЦКП СН УрФУ***

Произведена закупка комплекса для увеличения эффективности и быстродействия зондовой НаноЛаборатории NTEGRA Spectra.

Произведен текущий ремонт оптических микроскопов: дефектация, полная разборка, очистка оптики, смазка механических систем оптического микроскопа Olympus BX51; оптического микроскопа Olympus BX61 и системы контроля качества фотолитографии для чистого помещения (на базе оптического микроскопа Olympus BX51).



### ***Разработка и освоение пяти новых методик выполнения измерений параметров структуры различных объектов на сканирующем зондовом микроскопе и конфокальном микроскопе комбинационного рассеяния***

Разработаны, освоены и аттестованы пять новых методик выполнения измерений параметров структуры различных объектов на сканирующем зондовом микроскопе и конфокальном микроскопе комбинационного рассеяния:

1) Методика измерений размеров наночастиц с помощью сканирующего зондового микроскопа Asylum MFP-3D;

2) Методика измерений величины шероховатости поверхности с помощью сканирующего зондового микроскопа Asylum MFP-3D;

3) Методика измерений геометрических параметров периодических структур с помощью сканирующего зондового микроскопа Asylum MFP-3D;

4) Методика измерений геометрических параметров периодических доменных структур в монокристалле ниобата лития с помощью сканирующего зондового микроскопа Asylum MFP-3D;

5) Методика измерений геометрических параметров периодических доменных структур в монокристалле ниобата лития методом конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния света с помощью сканирующего зондового микроскопа Ntegra SPECTRA.

### ***Повышение квалификации сотрудников ЦКП, участие в конференциях***

Сотрудники УЦКП СН УрФУ повышали квалификацию и участвовали в конференциях, симпозиумах и семинарах:

а) Батулин И.С. участвовал в семинаре DISCO Hi-Tec Europe GmbH, Кирхгайм-Мюнхен, Германия, 22-26 сентября 2014 г., где освоил особенности работы на оборудовании DISCO Automatic Dicing Saw, которое запущено в эксплуатацию в 2015 г.

б) Шур В.Я. принял участие с приглашенным докладом в семинаре-выставке «Российские технологии и новые материалы» и обсудил планы совместных работ с исследователями университета Авейру, г. Авейру, Португалия, 9-12 ноября 2014 г.

### ***Повышение доступности приборной базы ЦКП для внешних и внутренних пользователей***

Проведена модернизация сайта УЦКП СН УрФУ (<http://nanocenter.urfu.ru>) по современным стандартам в области дизайна и разработки сайтов. Новый сайт создан на

основе последней версии системы управления контентом Drupal 7. Разработан новый дизайн сайта и каждой отдельной страницы. С учетом результатов анализа сайтов ведущих ЦКП разработана новая структура навигации по сайту. Кардинально переработан раздел «Оборудование» - добавлены фотографии результатов измерений, выполненных на конкретном оборудовании, и обновлен список оборудования УЦКП СН УрФУ. Реализована возможность интерактивного заполнения заявки на измерения. Добавлена форма обратной связи для отзывов и предложений клиентов УЦКП СН УрФУ.

### ***Мероприятия по развитию внутренней и международной кооперации ЦКП в научной и инновационной сферах***

Взаимные визиты сотрудников университета Цинхуа, Пекин, Китай и УЦКП СН УрФУ для координации и проведения совместной научной деятельности.

С 22 по 23 августа состоялся визит делегации из университета Цинхуа (Институт ядерной и новой энергетической технологии).

С 09.12.2014 по 18.12.2014 университет Цинхуа посетил сотрудник УЦКП СН УрФУ Батулин И.С.

Подписано соглашение о научном сотрудничестве и проведении исследований между УЦКП СН УрФУ и лабораторией новой керамики института ядерной и новой энергетической технологии университета Цинхуа.

### ***Анализ и оценка современного научного оборудования центров коллективного пользования для проведения исследований в области физического и химического материаловедения***

Данная работа выполнялась сторонней организацией ОАО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

В ходе работ:

- проведен анализ использования современного научного оборудования центров коллективного пользования в Российской Федерации для проведения исследований в области физического и химического материаловедения;

- дана оценка использования современного научного оборудования центров коллективного пользования для проведения исследований в области физического и химического материаловедения;

- подготовлены выводы по анализу научного оборудования центров коллективного пользования, загрузке оборудования, объемам услуг и объемам НИР, и публикациям;

- приведены рекомендации по использованию оборудования для решения научных задач и проведения исследований в области физического и химического материаловедения.

Проведенные работы позволили разработать рекомендации и предложения по использованию современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач.

### **1.1.2. Работы, выполненные за счет внебюджетных средств**

Закуплены оборудование и материалы для научных исследований:

- мишени для магнетронного распыления;
- два специализированных компьютера;
- цифровой мультиметр.

Оказаны услуги 20 внешним пользователям УЦКП СН УрФУ на общую сумму 32,508 млн. руб. Оказаны услуги, и проведены исследования совместно с подразделениями семи зарубежных университетов безвозмездно, в соответствии с подписанными соглашениями о сотрудничестве.

Подготовлены помещения для размещения оборудования.

Проведены содержание и ремонт оборудования.

Проведена аккредитация ЦКП. Уральский центр коллективного пользования «Современные нанотехнологии», являющийся структурным подразделением Уральского федерального университета, прошел проверку на техническую компетентность. Деятельность УЦКП СН УрФУ признана соответствующей требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009, в заявленной области аккредитации, аттестат аккредитации РОСС RU.0001.21УН01 от 31.10.2014 года.

Проведена калибровка 12 приборов и поверка 15 приборов, входящих в состав оборудования УЦКП СН УрФУ, за счет средств программы развития УрФУ.

Сотрудник УЦКП СН УрФУ Нерадовский М.М. участвует в системе двойной международной аспирантуры (обучается в очной аспирантуре одновременно в УрФУ и в Университете Ницца София-Антиполис, Ницца, Франция).

Сотрудники УЦКП СН УрФУ участвовали в конференциях.

## **1.2. Работы, выполненные на втором этапе**

### **1.2.1. Работы, выполненные за счет средств субсидии**

#### ***Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей***

1) Поставлен, установлен и введен в эксплуатацию сканирующий электронный микроскоп Zeiss EVO LS10 с системой пробоподготовки. Произведен окончательный расчет.

2) Начата процедура закупки универсального автотитратора МРТ-2. Объявлен электронный запрос цен.

3) Начата процедура закупки скоростной оптической камеры FASTCAM Mini UX-100 800K C3. Объявлен электронный запрос цен.

#### ***Закупка расходных материалов***

Начата закупка расходных материалов: фоторезисты и проявитель для проведения фотолитографии.

#### ***Модернизация, содержание и ремонт научного оборудования УЦКП СН УрФУ***

Произведен текущий ремонт станка для резки кристаллических пластин.

#### ***Разработка и освоение трех новых методик измерений параметров и состава различных объектов, включая биологические, на сканирующем электронном микроскопе и нанотвердомере***

Разработаны и освоены три новые методики выполнения измерений параметров и состава различных объектов, включая биологические, на сканирующем электронном микроскопе и нанотвердомере:

1) Методика измерений линейных размеров с помощью сканирующего электронного микроскопа EVO LS10;

2) Методика измерений массовой доли элементов с помощью сканирующего электронного микроскопа EVO LS10;

3) Методика измерений геометрических параметров периодических структур с помощью нанотвердомера НаноСкан-4Д.

#### ***Повышение квалификации сотрудников ЦКП, участие в конференциях***

Сотрудники УЦКП СН УрФУ повышали квалификацию и участвовали в конференциях, симпозиумах и семинарах:

а) Шур В.Я. принял участие с приглашенным докладом в Международной конференции "The Electroceramics for End-users VIII conference" с 24 по 31 января 2015 г. в г. Марибор, Словения;

б) Шур В.Я. принял участие с пленарным докладом в XIX симпозиуме "Нанопфизика и наноэлектроника" с 9 по 13 марта 2015 года в г. Нижний Новгород, Россия;

в) Шур В.Я. принял участие с устным докладом в научно-практической конференции «Элементная база фотоники» с 16 по 18 марта 2015 года в г. Москва, Россия;

г) Шур В.Я. принял участие с приглашенным докладом в Международном Симпозиуме «2015 Joint IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectric» (ISAF), «International Symposium on Integrated Functionalities» (ISIF), and «Piezoresponse Force Microscopy Workshop» (PFM) (ISAF-ISIF-PFM 2015) с 23 мая по 29 мая 2015 года в г. Сингапур, Сингапур;

д) Шур В.Я. принял участие с устным докладом в Ежегодной конференции по вопросам развития центров коллективного пользования научным оборудованием и уникальных научных установок с 3 по 4 июня 2015 года, Петергоф, Россия;

е) Шур В.Я. принял участие с устным докладом в Международном конгрессе «World of Photonics Congress 2015» с 21 по 25 июня 2015 года в г. Мюнхен, Германия.

***Мероприятия по развитию внутренней и международной кооперации ЦКП в научной и инновационной сферах***

1. Подписано соглашение о научном сотрудничестве и проведении исследований между УЦКП СН УрФУ и лабораторией керамики института материалов Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Лозанна, Швейцария. С 25 по 28 июня 2015 года В.Я. Шур посетил EPFL с целью установления научной кооперации.

2. Подписано соглашение о научном сотрудничестве и проведении исследований между УЦКП СН УрФУ и факультетом материалов Imperial College, Лондон, Великобритания. На основании проведенных совместных исследований опубликована статья в высокорейтинговом журнале.

3. В УЦКП СН УрФУ 15 мая 2015 года состоялось заседание Совета главных конструкторов Свердловской области при участии Министерства промышленности и науки Свердловской области. Тема заседания: «Использование возможностей

исследовательских и научно-технологических центров коллективного пользования для решения конкретных проблем промышленных предприятий Свердловской области».

***Разработка рекомендаций и предложений по использованию современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач, включая исследования и разработки в области наноматериалов и наноструктур***

Данная работа выполнялась сторонней организацией ОАО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

В ходе работ:

- проведен анализ использования современного научного оборудования центров коллективного пользования в области исследования наноматериалов и наноструктур;

- проведен анализ использования современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач по исследованию наноматериалов и наноструктур;

- проведен анализ использования научного оборудования центров коллективного пользования для исследования материалов с принципиально новыми свойствами;

- приведены выводы по использованию современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач, включая исследования и разработки в области наноматериалов и наноструктур.

Проведенные работы позволили разработать рекомендации и предложения по использованию современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач, включая исследования и разработки в области наноматериалов и наноструктур.

**1.2.2. Работы, выполненные за счет внебюджетных средств**

Закуплено оборудование и материалы для исследований:

- а) Осциллограф цифровой RTO1044 1316.1000.44;
- б) Весы аналитические ВСЛ-60/0,1А;
- в) Химическая посуда;
- г) Алмазные микропорошки для шлифовки и полировки образцов на станке для прецизионной шлифовки и полировки;
- д) Кислород и аргон в баллонах.

Оказаны услуги 17 внешним пользователям УЦКП СН УрФУ на общую сумму 71,875 млн. руб., а также двум международным организациям-пользователям.

Подготовлено помещение для размещения приобретаемого оборудования.

Проведены содержание и ремонт оборудования:

1) Приобретен комплект оборудования (взамен вышедшего из строя) для магнитно-измерительного комплекса Сквид-магнитометр Quantum Design MPMS XL7.

2) Приобретен датчик уровня жидкости для индикации уровня жидкости в баке Millipore SDS-200 системы очистки воды Elix 10 (взамен вышедшего из строя), что обеспечивает правильную работу автоматики системы.

3) Приобретен хладагент Thermal G для охлаждения установки реактивно-ионного травления Oxford Plasmalab 80plus.

Проведена аккредитация УЦКП СН УрФУ: получен сертификат электронно-цифровой подписи для подключения УЦКП СН УрФУ к федеральной государственной информационной системе в области аккредитации (ФГИС Росаккредитации) для передачи сведений о результатах деятельности УЦКП СН УрФУ.

Проведена аттестация методики измерения основных технических характеристик сцинтиляционных спектрометрических блоков детектирования гамма-излучения.

Выпущен обновленный каталог с описанием оборудования УЦКП СН УрФУ на русском языке тиражом 500 экз. В каталог добавлена информация об оборудовании, приобретенном в 2013-2015 годах.

Осуществлено участие сотрудников УЦКП СН в выставках.

Размещен рекламный модуль об УЦКП СН УрФУ в выпуске № 4/2015 научно-технического журнала «Наноиндустрия», который распространялся, в частности, на международной промышленной выставке «Иннопром», 8-11 июля 2015 г, Екатеринбург.

Приглашены ведущие зарубежные ученые.

Приглашены зарубежные и российские молодые ученые.

Проведено повышение квалификации сотрудников ЦКП, участие в конференциях.

## 2. Работы, выполненные за счет средств субсидии

### 2.1. Реализация Программы развития ЦКП

#### *Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей*

1) Закуплен, установлен и введен в эксплуатацию рентгеновский фотоэлектронный спектрометр K-ALPHA Thermo Fisher Scientific. Подтверждающие документы прилагаются к отчету.

Технические характеристики:

Прибор представляет собой комплексную систему для РФЭС-анализа, которая позволяет проводить анализ поверхности при помощи РФЭС высокого разрешения с использованием монохроматического излучения, анализ малых областей при помощи РФЭС, сканирование с получением РФЭ спектров вдоль линии, построение распределения химических состояний элементов при помощи РФЭС (картирование), а также проводить распылительное профилирование проводящих и непроводящих образцов при помощи моноатомного пучка ионов.

Комплекс состоит из следующих компонентов:

- Шлюзовая камера ввода образцов с ускоренной откачкой и дегазацией, заполняемая нереакционноспособными газами при выводе образцов из вакуумной системы в атмосферу;
- Вакуумная система откачки, обеспечивающая рабочее давление порядка  $5 \times 10^{-9}$  мбар, включая безмасляный форвакуумный насос;
- Аналитическая камера с полусферическим РФЭС-анализатором;
- Автоматизированный держатель образцов с возможностью перемещения/вращения по 4 осям;
- Источник монохроматического рентгеновского излучения Al K $\alpha$  с возможностью прецизионной микрофокусировки пучка;
- Система сканирования поверхности образца методом РФЭС для получения изображений;
- Ионная пушка для травления поверхности образцов;
- Система зарядовой компенсации подзарядки поверхности исследуемого образца (источник низкоэнергетических ионов и электронов);



- Устройство получения и регистрации оптических изображений;
- Система подсветки поверхности образцов (сверху и сбоку);
- Устройства блокировки и защиты от недопустимого сочетания режимов функционирования установки;
- Лицензионное программное обеспечение для получения, анализа и сопоставления зарегистрированных данных со справочной информацией (в рамках одного ПО), предустановленное на поставляемый со спектрометром компьютер;
- Отдельная дополнительная лицензия на вышеуказанное ПО для анализа и сопоставления данных на любой компьютер по выбору пользователя (1 шт.)/ Тип лицензии – проприетарная локальная бессрочная;
- Компьютер, монитор, клавиатура, мышь.

Технические характеристики системы:

1. Реализуемые методы:

1.1. РФЭС высокого энергетического разрешения с использованием источника монохроматического рентгеновского излучения;

1.2. Построение изображений (картирование) химического состояния поверхности с определением относительной атомной концентрации элементов и одного и того же элемента в различных химических состояниях;

1.3. РФЭС с высоким пространственным разрешением с зондированием малых областей на поверхности;

1.4. Послойное ионно-распылительное профилирование моноатомным ионным пучком для анализа распределения концентраций элементов по глубине.

2. Вакуумная система:

2.1. Система двухкамерная (камера анализа и камера ввода образцов);

2.2. Стыковка камеры ввода образцов с аналитической камерой осуществляется с помощью автоматических шлюзов;

2.3. Перенос держателя образцов в камеру анализа осуществляется полностью автоматически (посредством роботизированной системы перегрузки) и интегрирован в ПО для контроля вакуумной системы спектрометра для поддержания условий СВВ;

2.4. Система оснащена двумя турбомолекулярными насосами и встроенными в них титановыми сублимационными насосами (не менее 3 нитей накала в каждом сублимационном насосе);

2.5. Система контроля сублимационных насосов позволяет автоматически отключать их на время записи спектров;

2.6. Для предварительной откачки используется безмасляный форвакуумный насос;

2.7. Все насосы оснащены датчиками давления соответствующего типа и диапазона измерений;

2.8. Суммарная скорость откачки: не менее 520 л/с;

2.9. Гарантированное давление в камере анализа образцов через 24 часа после окончания автоматической процедуры отжига: не более  $5 \cdot 10^{-9}$  мбар.

3. Характеристики аналитической камеры (камеры анализа образцов):

3.1. Камера изготовлена из цельного куска Ni-Fe сплава и обработана на станке с высокой точностью для достижения оптимального экранирования от магнитных полей;

3.2. Максимальный размер загружаемого образца: 60 мм x 60 мм x 20 мм;

3.3. Точность перемещений: не более 1 мкм, полное управление перемещений по всем осям должно осуществляться с помощью программного обеспечения;

3.3. Оптическая система с отдельной CCD камерой для визуализации образцов в препаративной камере;

3.4. Оптическая система с отдельной CCD камерой для визуализации образцов в аналитической камере;

3.5. Оптическая система с отдельной CCD камерой для настройки положения образца по оси Z манипулятора;

3.6. Освещение поверхности образца вдоль оси линз анализатора и под углом к оси линз.

4. Характеристики источника рентгеновского излучения и энергоанализатора:

4.1. Средний радиус полусферического анализатора ( $180^\circ$ ): не менее 125 мм;

4.2. Тип детектора: 128-канальный позиционно-чувствительный детектор;

4.3. Минимальный диаметр области анализа: не более 30 мкм;

4.4. Диапазон задаваемых пользователем площадей анализа: не менее 30-400 мкм (до нескольких см<sup>2</sup> в режиме картирования);

4.5. Энергетический диапазон анализатора: не менее 5-1500 эВ;

4.6. Минимальный шаг по шкале энергии при регистрации спектров высокого разрешения: не более 3 мэВ;

4.7. Гарантированное разрешение (полная ширина на полувысоте) на пике Ag 3d5/2 после выделения линейно интерполированного фона: не более 0.5 эВ (ПШПВ);

4.8. Высота пика Ag 3d5/2 при энергетическом разрешении не более 1 эВ (полная ширина на полувысоте при расположении поверхности образца под нормалью к оси системы линз) для размера пятна рентгеновского излучения не более 400 мкм: не менее 4 000 000 имп/сек;

4.9. Высота пика Ag 3d5/2 при энергетическом разрешении не более 1 эВ (полная ширина на полувысоте при расположении поверхности образца под нормалью к оси системы линз) для размера пятна рентгеновского излучения не более 30 мкм: не менее 200 000 имп/сек;

4.10. Энергетическое разрешение на изоляторах (полная ширина пика C 1s (для компоненты, отвечающей O=C-O) на полувысоте для образца ПЭТ): не более 0,82 эВ (ПШПВ);

4.11 Чувствительность при анализе изоляторов (высота пика C 1s для образца ПЭТ (компонента C-C) при вышеуказанном энергетическом разрешении: не менее 8 000 имп/сек;

4.12. Минимальная энергия пропускания анализатора: не более 1 эВ;

4.13. Максимальная энергия пропускания анализатора: не менее 400 эВ;

4.14. Встроенный набор тестовых образцов для поверки и калибровки;

4.15. Возможность построения линейных сканов и химических карт поверхности;

4.16. Возможность мгновенного составления энергетического спектра без сканирования по энергии за счёт использования различных частей детектора для измерения разных энергий электронов;

4.17. Диаметр сферы Роуланда: не менее 0,25 м;

4.18. Энергия электронов в монохроматическом источнике излучения: не менее 12 кВ;

4.19. Максимальная мощность источника монохроматического рентгеновского излучения: не более 72 Вт, с возможностью получать пучков рентгеновского излучения разного размера от 30 до 400 мкм с шагом в 5 мкм;

4.20. Устройство подавления высокоэнергетических электронов, являющееся частью монохроматора, для уменьшения количества таких электронов, достигающих позиции анализа образцов

## 5. Характеристики системы компенсации заряда:

5.1. Тип пушки для компенсации заряда (ПКЗ): двухлучевая ионно-электронная;

5.2. Энергия электронного пучка ПКЗ: не более 5 эВ;

5.3. Ток электронного пучка ПКЗ: не более 250 мкА;

5.4. Возможность автоматического напуска инертного газа в ПКЗ

5.5. Возможность использования единого режима для оптимальной нейтрализации подзарядки любых образцов при проведении любых видов спектроскопических экспериментов.

## 6. Характеристики пушки распылительного профилирования

6.1. Тип пушки для распылительного профилирования (ПРП): дифференциально-откачиваемый источник ионов на основе плавающей пролетной трубки, с растровой фокусировкой, работающий в моноатомном режиме;

6.2. Газ, используемый в ПРП: Ar, возможность использования Ne, Ne, Xe по желанию пользователя;

6.3. Нижний предел энергий пучка ПРП при работе в моноатомном режиме: не более 100 эВ;

6.4. Верхний предел энергий пучка ПРП в моноатомном режиме: не менее 4 кэВ;

6.5. Максимальный ток ионов ПРП в моноатомном режиме при использовании аргона при 3 кэВ: не менее 4 мкА;

6.6. Диаметр пучка ПРП в моноатомном режиме на образце при 3.5 мкА и 3 кэВ: не более 500 мкм;

6.7. Наличие возможности контроля всех параметров ионной пушки, включая напуск инертного газа, через программное обеспечение.

## 7. Автоматизация системы:

7.1. Автоматический перенос образцов из камеры анализа в камеру ввода и обратно;

7.2. Автоматический контроль вакуумной системы и напуска/скачивания газов;

7.3. Автоматическая подстройка высоты;

7.4. Получение данных в автоматическом режиме для обзорных спектров и записи спектров регионов с высоким разрешением;

7.5. Автоматическая интерпретация и количественный анализ данных;

7.6. Автоматическое создание отчетов;

7.7. Автоматическое ведение регистрации состояния наиболее важных параметров системы.

7.8. Наличие возможности автоматической калибровки следующих функций:

- Линейность шкалы энергий;
- Трансмиссионная функция анализатора;
- Размер пятна рентгеновского излучения;
- Калибровка и юстировка режимов ионной пушки;
- Юстировка установки для нейтрализации подзарядки;
- Оптимизация настроек электронных линз;
- Оптимизация детектора.

2) Завершена закупка универсального автотитратора МРТ-2, который является приставкой к Zetasizer Nano ZS, Malvern, позволяющей автоматически проводить большой набор измерений, регулярно необходимых для изучения размера и дзета-потенциала частиц и молекул в растворах. Прибор позволил существенно расширить возможности анализатора размера частиц, дзета потенциала и молекулярной массы, увеличить эффективность эксплуатации анализатора Zetasizer Nano ZS, снизить затраты рабочего времени персонала, повысить качество проводимых испытаний, увеличить приток новых заказчиков.

Подтверждающие документы прилагаются к отчету.

Технические характеристики:

- диапазон измерения рН - от 1 до 13;
- минимальный объем образца - 2,5 мл;
- максимальный объем образца - 100 мл;
- максимальный объем титранта - 25 мл;
- количество емкостей для титрантов - 3.

3) Завершена закупка скоростной оптической камеры FASTCAM Mini UX-100 800K C3. Скоростная видеосъемка с помощью этой камеры позволяет визуализировать быстропротекающие процессы, такие как химические реакции, механические испытания, диффузия и многое другое. Целью является детальное исследование определенной стадии протекания процесса, выявление ранее не известных особенностей, обнаружение новых эффектов.

Подтверждающие документы прилагаются к отчету.

Технические характеристики:

1. Скорость съемки

- максимальная скорость при полном разрешении: 1280 x 1024 - 4 000 к/с;

- максимальная скорость съемки: 800 000 к/с;

- минимальная скорость съемки: 50 к/с;

2. Разрешение: 1280 x 1024;

3. Размер пикселя: 10 мкм;

4. Тип сенсора: монохромный;

5. Глубина цвет: 12 бит;

6. Чувствительность: ISO 10 000;

7. Выдержка - от 20 мс до 1 мкс;

8. Внутренняя память: 16 Гб;

9. Синхронизация

- внутренняя, внешняя;

- сигнал запуска TTL 5V.

10. Интерфейс управления: Gigabit Ethernet 1 Гб;

11. Совместимость с объективами 1" C mount, Nikon F-mount;

12. Видеовыходы: аналоговый (PAL или NTSC);

13. Форматы сохранения: JPEG, AVI, TIFF, BMP, RAW, PNG, MOV и FTIF.

14. Полнокадровый электронный затвор

15. Рабочая температура - 0 – 40 °С;

16. Вес: 1,5 кг.

### ***Закупка расходных материалов***

Закуплены следующие расходные материалы:

- негативный и позитивный фоторезисты и безметалльный проявитель для проведения фотолитографии;

- диски для резки, удерживающая лента и притирочные пластины для автоматической прецизионной дисковой пилы Disco DAD 3220, Япония;

- расходные материалы для системы вакуумной заливки единичных образцов Buehler CastN'Vac необходимы для холодной запрессовки различных (в том числе биологических) образцов в эпоксидные и акриловые смолы для дальнейшей полировки или резки под требуемым углом.

- силиконовое масло для заполнения жидкостного термостата Huber CC304. Силиконовое масло используется в качестве высокотемпературного теплоносителя-высоковольтного диэлектрика с малыми токами утечки (ПМС – 100 до 200С°, ПФМС-4 до 300С°);

- химические реактивы для очистки и травления различных образцов, а также для пробоподготовки биологических образцов для дальнейшего исследования на микроскопах;

- азот и аргон газообразные. Приобретенные газы используются для функционирования рабочей станции AURIGA CROSSBEAM, Carl Zeiss: для наполнения шлюзовой камеры при смене образцов, а также для обдувания образцов при работе в режиме локальной компенсации заряда;

- кварцевые ампулы ER 221TUB/4 для проведения измерений с помощью спектрометра электронного парамагнитного резонанса EMX plus, Bruker. Для получения ЭПР-спектров без паразитных фоновых сигналов необходимо использовать высококачественные ампулы из сверхчистого кварца;

- расходные материалы для электронной микроскопии. Глютаровый альдегид является расходным материалом для химической фиксации биологических образцов для исследований с помощью электронного микроскопа. Мембранные боксы являются расходным материалом для хранения особо хрупких образцов для исследований с помощью электронного микроскопа;

- кантилеверы для сканирующих зондовых микроскопов, в том числе магнитные кантилеверы с различными отражающими покрытиями и покрытиями зондов, суперострые кантилеверы, кантилеверы пирамидальной формы и коллоидные кантилеверы;

- расходные материалы для сверлильного станка, фрезерного станка, токарного станка и точила, необходимые для изготовления деталей экспериментальных установок;

- компьютерные материалы для подключения компьютеров к различному оборудованию через различные порты.

### ***Модернизация, содержание и ремонт научного оборудования ЦКП***

Произведен ремонт оптических окон ИК Фурье спектрометра Nicolet 6700 для проведения исследований полимерных материалов официальным дистрибьютором компании Thermo Scientific в России, фирмой ООО "ИНТЕРТЕК ИНСТРУМЕНТС",

которая осуществляла поставку и гарантийное сервисное обслуживание данного прибора.

Приобретен модуль нагрева для сканирующего зондового микроскопа MFP-3D-SA, Asylum, а также набор аксессуаров для реализации высоковольтных измерений при использовании модуля, что позволяет проводить измерения в широком температурном диапазоне от комнатной до 300°C с точностью до 0,1°C.

Приобретен, взамен вышедшего из строя, вакуумный сенсор A VSP 62 MV для системы лиофильной сушки, используемой для подготовки образцов, исследуемых с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Приобретены картриджи предочистки Прогард TS2 для системы очистки воды Millipore Elix 10, используемой при получении сверхчистой деионизованной воды, для очистки образцов и выполнения операций фотолитографии при проведении измерений для пользователей ЦКП.

Приобретены, взамен вышедших из строя, видеоокуляры для двух оптических микроскопов: микроскопа Olympus BX51 с системой видеорегистрации, микроскопа в системе контроля качества литографии для чистого помещения.

Приобретена газовая рампа, набор трубок, фитингов и редукторов для разведения газов между помещениями с установленным оборудованием, в том числе для снабжения аргоном высокой чистоты рентгеновского фотоэлектронного спектрометра.

### ***Разработка новых методик выполнения измерений***

Разработаны и освоены три новые методики выполнения измерений:

1) Методика измерений твердости и модуля упругости с помощью нанотвердомера НаноСкан-4Д.

В настоящей методике измерения твердости и модуля упругости применяется метод измерительного динамического индентирования. В основе данного метода лежит измерение и анализ зависимостей прикладываемой нагрузки от глубины внедрения индентора. Твердость определяется как отношение максимальной приложенной нагрузки к площади проекции невосстановленного отпечатка. Визуализация отпечатков в данном методе не предусмотрена. Площадь проекции отпечатка определяется по известной геометрии наконечника и контактной глубине индентирования, вычисленной по кривой нагружения-разгрузки. Основное достоинство метода наноиндентирования



заключается в том, что твердость определяется в момент максимального внедрения наконечника, т.е. до начала упругого восстановления материала.

2) Методика измерений линейных размеров частиц порошков и коллоидных растворов с помощью сканирующего электронного микроскопа Merlin. Для измерений линейных размеров реализуется метод сканирующей электронной микроскопии, который заключается в сканировании по поверхности исследуемого объекта пучком электронов с одновременной регистрацией детекторами информативного сигнала, формирующего изображение объектов в режимах обратно отраженных или вторичных электронов.

3) Методика измерений массовой доли элементов с помощью сканирующего электронного микроскопа Merlin.

В настоящей методике применяется метод сканирующей электронной микроскопии. Для измерений элементного состава объектов реализован микрорентгеноспектральный метод, с помощью которого регистрируются пики характеристического рентгеновского излучения химических элементов, входящих в состав объектов.

Тексты методик прилагаются к отчету.

### ***Повышение квалификации сотрудников ЦКП, участие в конференциях***

Сотрудники УЦКП СН УрФУ повышали квалификацию и участвовали в конференциях, симпозиумах и семинарах:

1. Шур В.Я. с приглашенным докладом принял участие в международном семинаре The Second Russia-China Workshop on Dielectric and Ferroelectric Materials (Ru-CnWDFM-2), Воронеж, Россия, 11-14.09.2015.

2. Шур В.Я. с пленарным докладом принял участие в международном семинаре The Eighth International Seminar on Ferroelastic Physics (ISFP 8), Воронеж, Россия, 13-16.09.2015.

3. Чезганов Д.С. повысил квалификацию на семинаре «Просвечивающая электронная микроскопия атомарного разрешения и ее применение в нанотехнологии», Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов», 01.10.2015.

4. Шур В.Я. с приглашенным докладом принял участие в международном симпозиуме 2015 International Symposium on the Electronics Ceramics Materials and its Applications, Шанхай, КНР, 28-30.10.2015.

5. Шур В.Я. с приглашенным докладом принял участие в международном семинаре по ниобату лития 2015, Тяньцзинь, КНР, 02-05.11.2015.

6. Васильева Д.С. с приглашенным докладом приняла участие в Российско-Тайваньском Симпозиуме «Нанобиология и наномедицина», Новосибирск, Россия, 04-06.11.2015.

7. Чезганов Д.С. повысил квалификацию в области сканирующей электронной микроскопии в Центре коллективного пользования Междисциплинарного Ресурсного Центра по направлению "Нанотехнологии" (СПбГУ), Санкт-Петербург, Россия, 1-11 ноября 2015 г.

8. Чезганов Д.С. повысил квалификацию в области сканирующей электронной микроскопии в компании Bruker Nano GmbH, Германия, 22-28 ноября 2015 г.

9. Пелегова Е.В. повысила квалификацию и освоила новейшие методики сканирующей зондовой микроскопии в Университете Авейру, Авейру, Португалия, 24 ноября – 07 декабря 2015 г.

***Мероприятия по развитию внутренней и международной кооперации ЦКП в научной и инновационной сферах***

Налажено научное сотрудничество с профессором Kenji Uchino, директором международного центра по актюаторам и преобразователям Penn State University, State College, США в области изучения пьезоэлектрических свойств материалов с наноразмерными структурами. Проводятся измерения зависимостей пьезоэлектрических свойств от размера зерен в пьезоэлектрической керамике и от параметров искусственно созданной микро- и нанодоменной структуры в монокристаллах сегнетоэлектриков.

### **3. Работы, выполненные за счет внебюджетных средств**

#### **3.1. Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей**

Закуплен комплекс для проведения прецизионных спектральных измерений для системы WiTec alpha 300AR.

Комплекс оборудования для улучшения рабочих характеристик системы комбинационного рассеяния света Alpha 300AR+ включает в себя модуль RayShield, позволяющий проводить измерения спектров комбинационного рассеяния света в области низких волновых чисел, и программное обеспечение WiTec Project Four и WiTec Project+ для автоматического анализа и математической обработки данных, включая кластерный и принципиальный компонентный анализ. Современное программное обеспечение позволит быстро и качественно осуществлять обработку и проводить анализ полученных данных, сокращая тем самым время на подготовку публикаций. Аналогов данному комплексу опций в УрФУ не имеется.

Комплект поставки:

1. Раман модуль RayShield;
2. Программное обеспечение для оценки данных WiTec Project FOUR;
3. Программное обеспечение для оценки данных WiTec Project FOUR+;
4. Руководство пользователя;

Технические характеристики:

1. Раман модуль RayShield:

- 1.1. Длина волны лазера: 633 нм;
- 1.2. Граница полосы пропускания: менее  $30 \text{ см}^{-1}$ ;
- 1.3. Две объемных решетки Брегга;
- 1.4. Входной разъем типа FC для одномодового оптоволокна.

2. Программное обеспечение для оценки данных WiTec Project FOUR:

- 2.1. Лицензия для неограниченного использования программного обеспечения;
- 2.2. Основные функции программного обеспечения:

– Наличие предварительно заданных настроек фильтров и алгоритмов для обработки данных.

- Возможность применения фильтров и алгоритмов путем простого перетаскивания данных.
- Режим Filter viewer для быстрого предварительного просмотра данных с применением фильтра, примененного также во время проведения измерения.
- Несколько алгоритмов вычитания фона.
- Аппроксимация по кривой одиночных спектров.
- Различные варианты статистического анализа данных.
- Возможность формирования изображения посредством визуализации соответствующих спектров.
- Экспорт данных в формате ASCII, JCamp-DX, SPC, и MatLab.
- Режим RamanTV для высокоскоростного построения изображения по спектральным данным.
- Быстрое определение координат, времени и/или спектральные корреляции между различными объектами данных.
- Возможность построения 2D и 3D изображений с цветовым кодированием для отображения любых наборов данных (АСМ, Раман, СОМБП, и т. д.) с выбором цветовых схем.
- Поддержка трехмерного наложения изображений любых наборов данных (АСМ, Раман, СОМБП, и т. д.) с выбором цветовых схем.
- Автоматическое нахождение и маркировка спектра по пикам.
- Экспорт спектра в базу данных Раман спектров для удобства идентификации образца по компонентам.

### 3. Программное обеспечение для оценки данных WITec Project FOUR+

3.1. Наличие лицензии для установки программного обеспечения на два компьютера.

3.2. Бесплатное обновление программного обеспечения в течение 2 лет.

3.3. Основные функции программного обеспечения:

- кластерный анализ.
- принципиальный Компонентный Анализ.
- продвинутый инструмент подгонки.
- дискретизация и сокращение данных.
- демикшер графиков.

- корреляция изображения.
- продвинутый фильтр изображения.
- вычитание плохих данных.
- продвинутое усреднение графиков.
- факторизация не отрицательной матрицы.

### **3.2. Закупка оборудования и материалов для научных исследований**

Закуплено следующее оборудование и материалы:

- четыре платы аналого-цифровой обработки для спектрометра ЭПР,
- кантилеверы для сканирующих зондовых микроскопов,
- шейкер PSU-10i с платформой UP-12 Biosan для подготовки биологических образцов для электронной микроскопии,
  - азот и аргон газообразный и жидкий азот особой чистоты для электронной микроскопии,
  - химикаты и химическая посуда для подготовки биологических образцов,
  - лабораторные халаты.

### **3.3. Оказание услуг внешним пользователям ЦКП**

Оказаны услуги 19ти организациям-пользователям на сумму 36,047 млн. руб.:

1. ФГУП «НПО Автоматики». «Создание высокотехнологичного производства датчиковой аппаратуры и измерительных систем на основе магниточувствительных наноструктур и электронного парамагнитного резонанса».
2. ЗАО «Группа компаний «Пенетрон-Россия», «Определение физических свойств образцов бетона методом растровой электронной микроскопии»
3. ООО «Силикатные материалы». «Выполнение работ по определению физических свойств силикатных порошков, представленных заказчиком, методом дисперсии рассеянного света»
4. ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей». «Исследование возможности улучшения функциональных магнитных свойств лент аморфных и нанокристаллических магнитномягких сплавов для магнитного экранирования на основе железа и кобальта с помощью термических обработок»

5. ООО «Милант». «Исследование структуры, магнитных свойств и магнитокалорического эффекта порошков сплавов Mn-Fe-Si-Cr»
6. ОАО «Уральский завод гражданской авиации». «Выполнение работ по проведению анализа промышленного электролита на содержание фторида натрия титрометрическим методом (количество про-36) с целью дальнейшего использования результатов анализов Заказчиком в техническом обеспечении ремонта деталей и узлов с использованием химико-электрохимических методов»
7. ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат». «Проведение рентгенофазового анализа минерального сырья».
8. АО «ОКБ «Новатор», «Прецизионная шлифовка и полировка с контролем шероховатости и плоскостности деталей заказчика».
9. ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. «Получение наночастиц оксидов никеля и марганца для токсикологических экспериментов и измерение некоторых эффектов их воздействия на организм».
10. ПАО «Синарский трубный завод». «Исследование методами растровой электронной микроскопии структуры стали марки 35ХГФ, предназначенной для изготовления насосно-компрессорных труб».
11. ООО «ЭКО-процессинг». «Выполнение работ по определению химического строения полимерных материалов»
12. ЗАО «Золото Северного Урала», «Измерение функции распределения микро- и наночастиц по размерам методом динамического рассеяния света».
13. ООО «АНК-сервис», «Анализ элементного и химического состава поверхностей методами рентгеновской флуоресценции и конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния».
14. ООО «ИЭК». «Предоставление заказчику возможности производства изъятия проб и образцов заказчика в условиях чистого производственного помещения класса ГОСТ ИСО 5».
15. ООО «Лайф Стайл Менеджмент», «Измерение шероховатости поверхности металлических образцов, предоставленных Заказчиком»

16. ООО «Лантан-ГИРС». «Исследование магнитных гистерезисных свойств ультрадисперсных порошков соединений на основе Mn-Al и Mn-Bi»

17. ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии». «Выполнение работ по изготовлению 2-х типов стандартных образцов массовой доли и поверхностной плотности 2-х и 3-х компонентных покрытий»

18. ФГБУН Институт машиноведения УрО РАН. «Выполнение работ по определению температурной зависимости магнитного момента образцов высоколегированных сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов»

19. ЗАО «Научно-производственное предприятие «Машпром», «Проведение испытаний образцов газотермических покрытий»

Оказаны услуги и проведены исследования совместно с восемью международными организациями безвозмездно, в соответствии с подписанными соглашениями о сотрудничестве с УЦКП СН УрФУ:

1. Пекинская лаборатория тонкой керамики Государственной ключевой лаборатории новых керамик и тонкой обработки Института ядерных и новых энергетических технологий Университета Цинхуа, Пекин, Китай.

2. Лаборатория физики конденсированных сред (LPMC) университета Ниццы Софии Антиполис, Ницца, Франция.

3. Институт материаловедения Университета Дуйсбург-Эссен, Эссен, Германия.

4. Департамент электронной керамики Института Йозефа Стефана, Любляна, Словения.

5. Лаборатория керамики Института материаловедения, Швейцарский Институт Технологии, Лозанна, Швейцария.

6. ТОО «Институт органического синтеза и углехимии», Караганда, Казахстан.

7. Международный центр по исследованиям диэлектриков Сианьского Транспортного Университета, Сиань, Китай.

8. Лаборатория неорганических функциональных материалов и приборов Института керамики Шанхая Китайской академии наук, Китай.

#### **3.4. Подготовка помещения для размещения оборудования**

Подготовлено помещение для размещения приобретаемого оборудования за счет средств программы повышения конкурентоспособности УрФУ.

### **3.5. Содержание и ремонт оборудования**

Произведен ремонт вышедших из строя высоковольтного кабеля и интегральной схемы на плате СІ 60 рентгеновского порошкового дифрактометра EQUINOX-3000 на фирме-производителе данного оборудования.

Произведена замена вышедшего из строя вакуумного насоса в хроматомасс-спектрометре Waters Xewo QTof.

### **3.6. Калибровка и поверка приборов**

Проведена калибровка 12 приборов и поверка 15 приборов, входящих в состав оборудования УЦКП СН УрФУ, за счет средств программы повышения конкурентоспособности УрФУ.

### **3.7. Аттестация методик**

Аттестована методика измерения линейных размеров частиц порошков и коллоидных растворов с помощью сканирующего электронного микроскопа EVO LS10. Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке методики измерений и экспериментальных исследований в соответствии с ФЗ № 102 «Об обеспечении единства измерений». В результате аттестации методики измерений установлено, что методика измерений соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 8.563-2009 (свидетельство об аттестации методики измерений № 251.0321/01.00258/2015). Методика предназначена для применения в ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина». Сертификат об аттестации методики приведен в Приложении 1.

### **3.8. Проведение семинаров и школ для пользователей**

Организован и проведен международный семинар «Современные нанотехнологии» (International Workshop “Modern Nanotechnologies”, IWMN 2015) 27-29 августа 2015 г. (<http://nanocenter.urfu.ru/ru/news/158>).

В семинаре приняло участие 80 участников из 10 стран: Китая, Латвии, Швейцарии, Франции, Бразилии, Германии, Португалии, Казахстана, Польши и Словении, а также из 12 городов России (рисунок 1).

Было представлено 63 доклада из них: 16 приглашенных, 16 устных, 31 стендовых.



Доклады были разделены на следующие секции:

- 1) Микроскопия и современные экспериментальные методы исследования материалов;
- 2) Домены и периодическая доменная структура в сегнетоэлектриках;
- 3) Мультиферроики, релаксоры и тонкие пленки;
- 4) Биологические и органические материалы.



Рисунок 1 – Участники международного семинара IWMN-2015

Во время проведения семинара на оборудовании Уральского ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ проводились измерения предоставленных участниками образцов. Это привело к укреплению существующего российского и международного сотрудничества, а также к появлению новых контактов.

Большинство результатов, которые обсуждались на семинаре, соответствуют мировому уровню, а часть из них не имеет мировых аналогов.

Труды конференции (29 статей) приняты в печать и будут опубликованы в журнале *Ferroelectrics*, том 496 (приглашенный редактор Шур В.Я.) в 2016 году.

### **3.9. Повышение квалификации сотрудников ЦКП, участие в конференциях**

Сотрудники УЦКП СН УрФУ повышали квалификацию и участвовали в конференциях, симпозиумах и семинарах:

1. Шур В.Я., Ахматханов А.Р., Кособоков М.С., Васильев С.Г., Васильева Д.С., Зеленовский П.С. приняли участие в международной конференции 13th European Meeting on Ferroelectricity, Порту, Португалия, 28.06-03.07.2015, с 16 докладами (из них один приглашенный, четыре устных и одиннадцать стендовых).
2. Зеленовский П.С. принял участие в международной конференции 8th International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (ICAVS), Вена, Австрия, 12-17.07.2015 с устным и двумя стендовыми докладами.
3. Чезганов Д.С. и Аликин Д.О. приняли участие в международной конференции 12th Multinational Congress on Microscopy, Эгер, Венгрия, 23-28.08.2015 с устным и двумя стендовыми докладами.
4. Все исполнители проекта приняли участие в международном семинаре International Workshop “Modern Nanotechnologies” (IWMN 2015), Екатеринбург, Россия, 27-29.08.2015.
5. Пелегов Д.В. принял участие в международной конференции 3rd International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems (INESS-2015), Астана, Казахстан, 02-04.09.2015 с устным докладом.
6. Важенин В.А. принял участие во Всероссийской конференции “Оптика и спектроскопия конденсированных сред”, Краснодар, 13-19.09.2015 с устным докладом.
7. Зеленовский П.С. принял участие в Пятом Сибирском семинаре по спектроскопии комбинационного рассеяния света», Новосибирск, Россия, 28-30.09.2015 с устным докладом.
8. Пряхина В.И. повысила квалификацию в области пробоподготовки биологических объектов для сканирующей электронной микроскопии в Институте цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, 10-31.10.2015.
9. Зеленовский П.С. повысил квалификацию в области конфокальной спектроскопии комбинационного рассеяния в Центральной политехнической школе Парижа, Франция, 12.10-12.12.2015.
10. Пелегов Д.В. принял участие в международном симпозиуме 10th International Frumkin Symposium on Electrochemistry, Москва, Россия, 21-23.10.2015 с устным и двумя стендовыми докладами.

11. Шур В.Я. принял участие в международном семинаре International workshop "Towards multifunctional photonic devices and subsystems: latest advances and future trends", Безансон, Франция, 03.12.2015 с приглашенным докладом.

#### **4. Краткое описание выполненных с использованием ЦКП научных исследований**

За отчетный период на оборудовании Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» были получены следующие основные результаты.

- Изготовлены опытные образцы датчиков и спектрометра ЭПР для приемочных испытаний по РКД с литерой «О».
- Проведены приемочные испытания опытных образцов датчиков и спектрометра ЭПР.
- Проведена корректировка РКД на датчики и ЭПР спектрометр с присвоением литеры «О1».
- Разработан комплект РКД на контрольно-проверочную аппаратуру (КПА) датчиков и спектрометра ЭПР.
- Изготовлены и проведены испытания опытных образцов элементов КПА датчиков и спектрометра ЭПР.
- Определены физические свойства образцов бетона методом растровой электронной микроскопии.
- Определен заряд и размер частиц образцов силикатных материалов методом дисперсии рассеянного света.
- Исследована возможность улучшения функциональных магнитных свойств лент аморфных и нанокристаллических магнитомягких сплавов для магнитного экранирования на основе железа и кобальта с помощью термических обработок.
- Исследованы структура, магнитные свойства и магнитокалорический эффект порошков сплавов Mn-Fe-Si-Cr.
- Проведен анализ промышленного электролита на содержание фторида натрия титриметрическим методом.
- Проведен рентгенофазовый анализ образцов минерального сырья.
- Проведена прецизионная шлифовка и полировка металлических деталей с контролем шероховатости и плоскостности.
- Проведено исследование методами растровой электронной микроскопии структуры стали марки 35ХГФ, предназначенной для изготовления насосо-компрессорных труб.

- Определено химическое строение образцов полимерных материалов в виде порошков и пленок.
- Измерены функции распределения микро- и наночастиц по размерам в образцах фильтрата и безметаллового раствора методом динамического рассеяния света.
- Проведен фазовый анализ образцов металлических деталей методом конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния.
- Проведен элементный анализ образцов металлических деталей методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии.
- Измерена шероховатость поверхности металлических образцов.
- Проведена переупаковка проб и образцов заказчика в условиях чистого производственного помещения класса ГОСТ ИСО 5.
- Изготовлены суспензии наночастиц оксидов Ni и Mn по разработанной методике равного среднего размера (в диапазоне 20-50 нм) и с узким диапазоном распределения частиц по размерам и обеспечением выполнения определенных параметров суспензий.
- Определены химический состав и размер частиц в суспензиях наномарганца и наноникеля.
- Определена кинетика растворения наночастиц оксидов Ni и Mn в дистиллированной воде, физиологическом растворе и биологических средах (сыворотка, жидкость бронхоальвеолярного лаважа).
- Определено содержание суммарного количества металлов Ni и Mn и их содержание в форме наночастиц в образцах биологического материала (печень, селезенка, почки, головной мозг).
- Проведено измерение пористости образцов газотермических покрытий.
- Измерена температурная зависимость величины магнитного момента сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов.
- Изготовлены два типа стандартных образцов массовой доли и поверхностной плотности двух- и трехкомпонентных покрытий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения проекта получены следующие основные результаты выполнения работ:

1. Закуплено, установлено и введено в эксплуатацию современное дорогостоящее научное оборудование стоимостью свыше 1 млн. рублей:

- сканирующий зондовый микроскоп - нанотвердомер НаноСкан-4Д;
- сканирующий электронный микроскоп Zeiss EVO LS10 с системой пробоподготовки;
- универсальный автотитратор МРТ-2;
- скоростная оптическая камера FASTCAM Mini UX-100 800K C3;
- рентгеновский фотоэлектронный спектрометр K-ALPHA Thermo Fisher Scientific.

2. Закуплено менее дорогостоящее оборудование и расходные материалы для проведения исследований.

3. Проведена модернизация, содержание и ремонт научного оборудования УЦКП СН УрФУ:

- приобретен комплекс для увеличения эффективности и быстродействия зондовой НаноЛаборатории NTEGRA Spectra;
- приобретен комплекс для проведения прецизионных спектральных измерений для системы WiTec alpha 300AR;
- приобретен комплект оборудования (взамен вышедшего из строя) для магнитно-измерительного комплекса Сквид-магнитометр Quantum Design MPMS XL7;
- приобретен модуль нагрева для сканирующего зондового микроскопа MFP-3D-SA для расширения его возможностей;
- проведен текущий ремонт станка для резки кристаллических пластин;
- проведен ремонт ИК Фурье спектрометра;
- проведена чистка и юстировка оптических микроскопов;
- проведен ремонт порошкового рентгеновского дифрактометра EQUINOX-3000;
- произведена замена вышедшего из строя вакуумного насоса в хроматомасс-спектрометре Waters Xewo QToF.

4. Разработаны и освоены 11 новых методик выполнения измерений параметров структуры различных объектов на сканирующем зондовом микроскопе, конфокальном

микроскопе комбинационного рассеяния, сканирующих электронных микроскопах и нанотвердомере.

5. Проведено повышение квалификации 7 сотрудников УЦКП СН УрФУ, 17 сотрудников участвовали в 30 конференциях, выставках, семинарах и симпозиумах за счет бюджетных и внебюджетных средств.

6. Налажено сотрудничество УЦКП СН УрФУ с зарубежными организациями:

- Tsinghua University, Beijing, Китай;
- Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Lausanne, Швейцария;
- Imperial College, London, Великобритания;
- Penn State University, State College, США.

7. Модернизирован сайт УЦКП СН УрФУ.

8. Проведены анализ и оценка использования современного научного оборудования центров коллективного пользования для проведения исследований в области физического и химического материаловедения.

9. Разработаны рекомендации и предложения по использованию современного научного оборудования центров коллективного пользования для решения приоритетных научных задач, включая исследования и разработки в области наноматериалов и наноструктур.

10. Оказаны услуги внешним пользователям УЦКП СН УрФУ:

- в 2014 году - 20 организаций на общую сумму 32,759 млн. руб.,
- в 2015 году - 31 организация на общую сумму 107,922 млн. руб.

11. Оказаны услуги, и проведены исследования совместно с подразделениями зарубежных университетов безвозмездно, в соответствии с подписанными соглашениями о сотрудничестве с УЦКП СН УрФУ:

- в 2014 году - 7 организаций,
- в 2015 году - 10 организаций.

12. Подготовлены помещения для размещения оборудования.

13. УЦКП СН УрФУ прошел проверку на техническую компетентность. Деятельность УЦКП СН УрФУ признана соответствующей требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009, в заявленной области аккредитации, аттестат аккредитации РОСС RU.0001.21УН01 от 31.10.2014 года. В декабре 2015 года УЦКП СН УрФУ

успешно прошел инспекционный контроль подтверждения компетентности критериям аккредитации.

14. Аттестованы 7 методик измерений.

15. Проведены калибровка 12 приборов и поверка 15 приборов УЦКП СН УрФУ.

16. Сотрудник УЦКП СН УрФУ участвует в системе двойной международной аспирантуры (обучается в очной аспирантуре одновременно в УрФУ и в Университете Ницца София-Антиполис, Ницца, Франция).

17. Напечатан обновленный каталог оборудования УЦКП СН УрФУ на русском (тираж 500 экз.) и на английском (тираж 200 экз.) языках.

18. Рекламный модуль об УЦКП СН УрФУ опубликован в научно-техническом журнале «Наноиндустрия» №4, 2015.

19. Проведен международный семинар «Современные нанотехнологии» (International Workshop Modern Nanotechnology, IWMN-2015) 27-29 августа 2015 г. для российских и зарубежных пользователей УЦКП СН УрФУ.

20. Состоялись рабочие визиты для проведения исследований в УЦКП СН УрФУ ведущих зарубежных ученых, а также зарубежных и российских молодых ученых.

21. На закупку дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей направлено 80,4 % от стоимости проекта.

22. Накладные и прочие расходы, закупка материалов составляют 13,7 % от стоимости проекта.

23. Внебюджетное финансирование проекта составляет 14,9 % от общего объема финансирования проекта.

Данный отчет размещен на сайте УЦКП СН УрФУ по адресу:  
<http://nanocenter.urfu.ru/ru/content/%D0%B2%D1%8B%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8F%D0%B5%D0%BC%D1%8B%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B>



# ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ АТТЕСТАЦИИ МЕТОДИКИ



002314

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**  
(Росстандарт)  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Уральский научно-исследовательский институт метрологии»  
(ФГУП «УНИИМ»)  
Государственный научный метрологический институт

## **СВИДЕТЕЛЬСТВО об аттестации методики (метода) измерений**

№ 251.0321/01.00258/2015

Методика измерений линейных размеров частиц порошков и коллоидных растворов  
наименование методики, включая наименование измеряемой величины, и, при необходимости,  
с помощью сканирующего электронного микроскопа EVO LS10

объекта измерений, дополнительных параметров и реализуемый способ измерений

предназначенная для применения в лаборатории Центра коллективного пользования

"Современные нанотехнологии" ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"

разработанная Федеральным государственным автономным образовательным

наименование и адрес организации (предприятия), разработавшей методику  
учреждением высшего профессионального образования "Уральский федеральный

университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина", 620002, г. Екатеринбург,

ул. Мира, 19

и содержащаяся в документе М.251.0321/01.00258/2015 "Методика измерений линейных  
обозначение и наименование документа, содержащего методику, год утверждения, число страниц  
размеров частиц порошков и коллоидных растворов с помощью сканирующего

электронного микроскопа EVO LS10", 2015 г., 12 страниц

Методика аттестована в соответствии с ФЗ № 102 "Об обеспечении единства измерений"  
и ГОСТ Р 8.563-2009.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по  
теоретических и (или) экспериментальных исследований  
разработке методики измерений и теоретических и экспериментальных

исследований

В результате аттестации методики измерений установлено, что методика измерений

нормативно-правовой документ в области обеспечения единства измерений (при наличии) и ГОСТ Р 8.563  
соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 8.563-2009

Показатели точности измерений приведены в приложении на 1 л.

Директор

С.В. Медведевских

Зав. лабораторией

Т. П. Собина

Дата выдачи

12.2015

Рекомендуемый срок пересмотра  
методики измерений:

12.2020



Россия, 620000, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,  
Тел.: (343) 350-26-18, факс: (343) 350-20-39. E-mail: uniim@uniim.ru

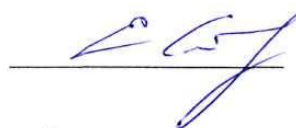


**Приложение к свидетельству № 251.0321/01.00258/2015  
об аттестации методики измерений линейных размеров частиц порошков и коллоидных  
растворов с помощью сканирующего электронного микроскопа EVO LS10**

Диапазон измерений, значения характеристик погрешности и её составляющих (в нм)

Диапазон измерений размеров частиц $X$	Показатель повторяемости (абсолютное среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_r$	Показатель внутрिलाбораторной прецизионности (абсолютное среднеквадратическое отклонение внутрिलाбораторной прецизионности), $\sigma_{R_I}$	Показатель правильности (границы допускаемой абсолютной неисключенной систематической погрешности измерений), $\pm \delta_c$ , при $P = 0,95$	Показатель точности (границы допускаемой абсолютной погрешности измерений), $\pm \delta$ , при $P = 0,95$
От 100 до 10000 вкл.	5	7	$0,06X + 19$	$0,07X + 23$

Зав. лабораторией 251 ФГУП «УНИИМ» ,  
к.х.н., эксперт-метролог  
(удостоверение № RUM 02.33.00710)



Е.П. Собина