

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

№ госрегистрации 121112400217-8

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке УрФУ

Германенко А.В.

«31» декабря 2022 г.

ОТЧЕТ  
О ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТАХ



Реализация мероприятий и выполнение работ по дооснащению Уральского Центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» УрФУ, обеспечивающих комплексное развитие инфраструктуры исследовательской деятельности, повышение уровня ее доступности и роста эффективности ее использования

по теме:

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭТАПА 2 ДООСНАЩЕНИЯ И КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ЦКП  
(промежуточный)


Этап 2

Государственная программа «Научно-технологическое развитие  
Российской Федерации»

Соглашение о предоставлении гранта в форме субсидии  
от 12 августа 2021 г. № 075-15-2021-677

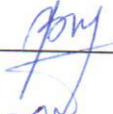















с дополнительными соглашениями от 30 декабря 2021 г., от 28 марта 2022 г.,  
от 01 июня 2022 г., от 30 июня 2022 г., от 18 августа 2022 г., от 02 ноября 2022 г.




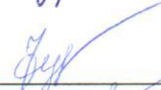

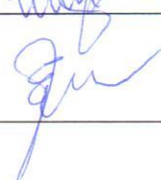

Руководитель проекта  
директор УЦКП СН УрФУ,  
д. ф.- м. н., профессор

  
Шур В.Я.  
(подпись, дата)

Екатеринбург 2022

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта, директор УЦКП СН УрФУ, д.ф.-м.н., профессор	31.12.2022		Шур В.Я. (разделы 1,2, введение, заключение)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Аликин Д.О. (разделы 1, 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Ахматханов А.Р. (разделы 1, 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Батурин И.С. (раздел 1)
м.н.с.	31.12.2022		Грешняков Е.Д. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Зеленовский П.С. (раздел 2)
н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Кособоков М.С. (раздел 1)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Кузнецов Д.К. (разделы 1, 2)
лаб.-иссл.	31.12.2022		Линкер Э.А. (раздел 1)
стажер-иссл., аспирант	31.12.2022		Лисьих Б.И. (раздел 1)
лаб.-иссл.	31.12.2022		Майорова Я.А. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Мингалиев Е.А. (разделы 1, 2)
стажер-иссл., студент	31.12.2022		Пашнина Е.А. (раздел 2)
м.н.с.	31.12.2022		Пелегова Е.В. (разделы 1, 2)
с.н.с. к.ф.-м.н.	31.12.2022		Пелегов Д.В. (разделы 1, 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	31.12.2022		Пряхина В.И. (разделы 1, 2)

М.Н.С.	<u>31.12.2022</u>		Слаудин Б.Н. (разделы 1, 2)
М.Н.С., К.Ф.-М.Н.	<u>31.12.2022</u>		Слаудина А.С. (разделы 1, 2)
Н.С., К.Ф.-М.Н.	<u>31.12.2022</u>		Турыгин А.П. (разделы 1, 2)
С.Н.С., К.Ф.-М.Н.	<u>31.12.2022</u>		Чезганов Д.С. (раздел 1)
С.Н.С., К.Ф.-М.Н.	<u>31.12.2022</u>		Шихова В.А. (разделы 1, 2)
С.Н.С., К.Ф.-М.Н.	<u>31.12.2022</u>		Шишкина Е.В. (разделы 1, 2)
Нормоконтролер	<u>31.12.2022</u>		Важенин В.А.

## РЕФЕРАТ

Отчет 22 с., 1 ч.

### ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ, СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ, АНАЛИЗ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Целями выполнения работ являются: комплексное развитие Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» Уральского федерального университета (далее – УЦКП СФУ), обеспечивающего эффективную поддержку реализации научных и научно-технических проектов, вне зависимости от областей знаний, направленных на получение результатов, необходимых для реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, в том числе в кооперации с ведущими мировыми научными центрами; расширение перечня и комплексности оказываемых услуг, а также круга пользователей для обеспечения максимальной загрузки оборудования УЦКП СФУ и эффективного участия в реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации; рост загрузки оборудования УЦКП СФУ, в первую очередь за счет оказания услуг для реализации проектов ведущим российским и зарубежным научным группам и коллективам; обеспечение внедрения упрощенной модели доступа и использования оборудования УЦКП СФУ научными и образовательными организациями вне зависимости от их ведомственной принадлежности и формы собственности.

На отчетном этапе выполнены следующие основные работы:

1. Приобретено дорогостоящее оборудование: комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100; установка быстрого термического отжига STE RTA-100; полевой катод для сканирующего электронного микроскопа Merlin; полевой катод для электронно-ионного микроскопа AURIGA CrossBeam Workstation.
2. Разработаны методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерного анализатора элементного состава LEA-S500».
3. Разработана обновленная версия каталога УЦКП СФУ на английском языке.
4. Проведена актуализация сведений о дооснащенном научном оборудовании УЦКП СФУ на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте [skr-rf.ru](http://skr-rf.ru).
5. Разработаны и апробированы новые услуги, предоставляемые пользователям УЦКП СФУ с использованием нового оборудования.
6. За счет внебюджетных источников: закуплена установка для плазменной очистки, а также другое оборудование и материалы, проведены повышение квалификации сотрудников УЦКП СФУ и стажировки студентов и аспирантов на оборудовании УЦКП СФУ, представлена информация о развитии УЦКП СФУ на публичных мероприятиях, разработаны и аттестованы методики измерений.

## СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	7
ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЗА СЧЕТ СРЕДСТВ СУБСИДИИ.....	10
1.1 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для биоинженерии .	10
1.2 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для термообработки материалов (очередь 2).....	10
1.3 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования электронной микроскопии (очередь 2).....	11
1.4 Разработка методик выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» (очередь 2) ...	12
1.5 Разработка обновленной версии каталога УЦКП СН на английском языке .....	12
1.6 Актуализация в 2022 году сведений о дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте <a href="http://skr-uf.ru">skr-uf.ru</a> .....	13
1.7 Разработка и апробация новых услуг, предоставляемых пользователям УЦКП СН с использованием нового оборудования .....	13
2 РАБОТЫ ПОЛУЧАТЕЛЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗ ВНЕБЮДЖЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	15
2.1 Проведение подготовительных работ для ввода в эксплуатацию дооснащенных комплексов оборудования (очередь 2) .....	15
2.2 Проведение в 2022 году мероприятий по повышению квалификации сотрудников УЦКП СН и стажировкам студентов, аспирантов и магистров на научном оборудовании УЦКП СН .....	15
2.3 Аттестация новых методик выполнения измерений с использованием лазерного анализатора элементного состава LEA-S500 (очередь 1) .....	16
2.4 Выполнение работ по калибровке и поверке средств измерений УЦКП СН.....	16
2.5 Представление в 2022 году на публичных тематических мероприятиях различных уровней (конференциях, семинарах, выставках) информационных материалов о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН .....	17
2.6 Проведение для пользователей УЦКП СН научных мероприятий различных уровней и практических занятий по современным методам исследований в материаловедении с применением оборудования и методик УЦКП СН .....	18
2.7 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для нанесения тонких пленок .....	19

2.8 Дооснащение УЦКП СН научным оборудованием и материалами .....	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	21

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АО – акционерное общество

МИ – методика измерений

НИР – научно-исследовательская работа

ООО – общество с ограниченной ответственностью

РАН – Российская академия наук

СМИ – средства массовой информации

УрФУ – Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина

УЦКП СН – Уральский центр коллективного пользования «Современные нанотехнологии»

ЦКП – центр коллективного пользования научным оборудованием

## ВВЕДЕНИЕ

### Цели проекта

Целями работ является:

Комплексное развитие Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» Уральского федерального университета (далее – УЦКП СН), включающее:

- дооснащение УЦКП СН современным научным оборудованием для проведения исследований в различных областях знаний, направленных на получение важных результатов, необходимых для реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации;

- повышение комплексности и востребованности услуг УЦКП СН за счет расширения перечня оказываемых услуг и внедрения новых технологических решений, позволяющих существенно повысить эффективность УЦКП СН;

- упрощение модели доступа и использования оборудования УЦКП СН научными, образовательными и промышленными организациями вне зависимости от их ведомственной принадлежности и формы собственности.

### Задачи отчетного этапа

1) Закупка четырех единиц научного оборудования, стоимостью свыше 1 млн. рублей на сумму не менее 80 % от стоимости проекта.

2) Повышение уровня доступности и востребованности инфраструктуры УЦКП СН для проведения научно-исследовательских работ и экспериментальных разработок, в том числе в интересах внешних организаций-пользователей за счет разработки обновленной версии каталога оборудования на английском языке и издания версии каталога на русском языке, размещения информации в СМИ, модернизации сайта УЦКП СН и проведения всероссийской конференции с участием пользователей УЦКП СН.

3) Разработка и освоение новой методики исследований и измерений с использованием нового оборудования.

4) Расширение перечня оказываемых услуг с привлечением возможностей вновь приобретаемого и модернизируемого оборудования УЦКП СН.

5) Развитие кадрового потенциала УЦКП СН: подготовка кадров за счет обучения и повышения квалификации сотрудников, стажировок в ведущих Российских и зарубежных научных центрах и участия в международных научных конференциях.

6) Достижение запланированных значений индикаторов и показателей выполнения работ.



### **Место и роль работ отчетного этапа в выполнении проекта в целом.**

Приобретение, размещение и запуск современного дорогостоящего научного оборудования: (1) Комплекса для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100; (2) Установки быстрого термического отжига STE RTA-100; (3) Полевого катода для сканирующего электронного микроскопа Merlin; (4) Полевого катода для электронно-ионного микроскопа AURIGA CrossBeam Workstation; (5) Установки для плазменной очистки Zepto II, а также разработка методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» позволят реализовать новые услуги и значительно расширят круг заказчиков из академических организаций и промышленности. Разработка обновленной версии каталога УЦКП СН на английском языке, издание обновленной версии каталога УЦКП СН на русском языке тиражом 300 экземпляров и актуализация сведений о дооснащенном научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге УЦКП СН на сайте [skr-uf.ru](http://skr-uf.ru), и представление информации о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН на публичных тематических мероприятиях повысит информированность о новых возможностях УЦКП СН, что обеспечит возможность более эффективного использования и повышения загрузки научного оборудования. Проведение мероприятий по повышению квалификации сотрудников УЦКП СН и стажировкам студентов, аспирантов и магистров на научном оборудовании повысит уровень оказываемых услуг. Работы отчетного этапа сыграют существенную роль в достижении запланированных значений показателей проекта и в выполнении проекта в целом.

## **1 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЗА СЧЕТ СРЕДСТВ СУБСИДИИ**

### **1.1 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для биоинженерии**

Приобретен комплекс для изучения поверхностных свойств DSA25S и тензиометрии K100 для дооснащения комплекса оборудования для биоинженерии стоимостью 10 560 000,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/1421-2022 от 14.11.2022 с ООО «СинЭкс». Оборудование поставлено (товарная накладная №403 от 15.11.2022), установка и обучение персонала проведены 25.11.2022 (акт ввода оборудования в эксплуатацию от 25.11.2022).

Комплекс для изучения поверхностных свойств DSA 25S и тензиометрии K 100, позволяет проводить измерение краевого угла смачивания и угла скатывания поверхностей твердых тел, плёнок, порошков, волокон, а также производить измерения поверхностного и межфазного натяжения жидкостей, критической концентрации мицеллообразования.

Технические характеристики прибора:

- измерение краевого угла - от 1 до 180 градусов;
- разрешение - не более  $\pm 0,1$  градуса;
- измерение поверхностного/межфазного натяжения - от 0,01 до 1000 мН/м;
- разрешение - не более  $\pm 0,01$  мН/м;
- шаг дозирования - 0,1 мкл;
- скорость дозирования - от 10 до 1400 мкл/мин;
- температурный контроль поверхности и жидкости - от  $-10$  до  $450^{\circ}\text{C}$ .

Комплекс будет использован для исследования свойств поверхностей керамик, высокотемпературных полимеров, сплавов, монокристаллов и тонких пленок, порошков и волокон. Новые возможности позволят значительно расширить круг заказчиков из академических организаций и промышленности.

Документы, подтверждающие покупку оборудования, а также акт выполненных работ представлены в составе отчетной документации отдельными документами.

### **1.2 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для термообработки материалов (очередь 2)**

Приобретена установка быстрого термического отжига STE RTA100 для дооснащения комплекса оборудования для термообработки материалов стоимостью 8 170 000,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/1218-2022 от 21.10.2022 с АО «Научное и технологическое оборудование».

Оборудование поставлено (товарная накладная №26 от 29.11.2022) и установлено (акт ввода оборудования в эксплуатацию от 06.12.2022).

Технические характеристики установки:

- максимальная скорость нагрева для пластины диаметром 100 мм с использованием штатного графитового рабочего стола - от 100 до 800°C составляет 30°C/сек;
- тип нагревателя – линейные галогеновые лампы;
- максимальная температура нагрева - 1000°C;
- неоднородность распределения температуры по пластине диаметром 100 мм при нагреве до 800°C при использовании штатного графитового столика - 3%;
- предельное остаточное давление в камере - 10 Торр;
- диапазон измерения датчика вакуума –  $10 \div 10^5$  Па;
- скорость откачки безмасляного форвакуумного насоса - 3,5 м<sup>3</sup>/час;
- максимальный диаметр обрабатываемой пластины - 100 мм;
- максимальная мощность нагревателя - 18 кВт;
- возможность программирования многостадийного процесса обработки;
- наличие полной автоматизации процесса температурной обработки;
- оптический пирометр для дополнительного контроля температуры поверхности.

Установка для процессов быстрой температурной обработки будет использована для проведения процессов быстрого термического отжига, быстрого термического окисления, отжига после имплантации, отжига и кристаллизации полупроводниковых соединений. Все эти процессы широко используются при производстве полупроводниковых приборов. Потенциальными заказчиками таких услуг являются организации, работающие в области полупроводниковой технологии, материаловедения и фотоники.

Документы, подтверждающие покупку оборудования, а также акт выполненных работ представлены в составе отчетной документации отдельными документами.

### **1.3 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования электронной микроскопии (очередь 2)**

Приобретены полевые катоды для сканирующего электронного микроскопа MERLIN (Carl Zeiss) и электронно-ионного микроскопа AURIGA CrossBeam Workstation (Carl Zeiss) для дооснащения комплекса оборудования для электронной микроскопии стоимостью 2 417 440,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/1469-2022 от 16.12.2022 с ООО «Техноинфо». Оборудование поставлено (товарная накладная №200 от 16.12.2022) и установлено (акт ввода оборудования в эксплуатацию от 16.12.2022).

Технические характеристики катодов:

- вольфрамовая игла со сверхтонким наконечником, покрытая оксидом циркония, в металлической оправе;
- длина выступающей за оправу части иглы - не более 260 мкм;
- рабочее давление - не менее  $10^{-8}$  мбар;
- температура накала - не менее 1800 К;
- ток накала - не менее 2,2-2,5 А;
- кольцо уплотнительное для растрового электронного микроскопа (материал: бескислородная медь);
- полная совместимость с электронными колоннами Gemini II сканирующего электронного микроскопа Merlin, Carl Zeiss и электронно-ионного микроскопа AURIGA CrossBeam Workstation, Carl Zeiss.

В сканирующих электронных и электронно-ионных микроскопах катод используется для генерации пучка электронов при проведении исследований полупроводниковых, керамических, полимерных, металлических и биологических объектов, а также изучении распределения химических элементов в образцах.

Документы, подтверждающие покупку оборудования, а также акт выполненных работ представлены в составе отчетной документации отдельными документами.

#### **1.4 Разработка методик выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» (очередь 2)**

Разработаны три методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования – лазерного анализатора элементного состава LEA-S500:

- 1) МИ 01-2022 «Методика измерений массовой доли золота в сталях с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500»;
- 2) МИ 02-2022 «Методика измерений массовой доли серебра в сталях с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500»;
- 3) МИ 03-2022 «Методика измерений массовой доли железа в сталях с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500».

Разработанные методики представлены в составе отчетной документации отдельными документами.

#### **1.5 Разработка обновленной версии каталога УЦКП СН на английском языке**

Разработана обновленная и дополненная версия каталога с описанием оборудования Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» УрФУ на

английском языке. В каталоге представлено разделение на комплексы оборудования, а также добавлена информация о вновь приобретенном оборудовании.

Цель создания каталога – информирование представителей научных организаций, Центров нанотехнологий, промышленных предприятий других стран о возможностях УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ по проведению исследований и выполнению услуг на современном высокотехнологичном оборудовании. Распространение каталога будет способствовать поиску новых заказов на оказание услуг и выполнение НИР, партнеров для выполнения совместных исследовательских проектов, а также дальнейшему развитию научных контактов.

Разработанный оригинал-макет каталога представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

## **1.6 Актуализация в 2022 году сведений о дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте [ckp-rf.ru](http://ckp-rf.ru)**

Размещена информация о приобретаемом на втором этапе научном оборудовании на сайте УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ:

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/news/612>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/news/618>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/news/619>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/dsa25s>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/k100c>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/ste-rta-100>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/atto>

Размещена информация о приобретаемом на втором этапе научном оборудовании на сайте [ckp-rf.ru](http://ckp-rf.ru) [https://ckp-rf.ru/personal/manager\\_ckp/data\\_ckp/equipment/](https://ckp-rf.ru/personal/manager_ckp/data_ckp/equipment/)

Размещена информация о приобретаемом на втором этапе научном оборудовании в каталоге ЦКП: <https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment>

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

## **1.7 Разработка и апробация новых услуг, предоставляемых пользователям УЦКП СН с использованием нового оборудования**

Разработаны и апробированы новые услуги, предоставляемые пользователям УЦКП СН:

- определение массовой доли химических элементов методом лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии с использованием лазерного анализатора элементного состава LEA-S500. В ходе апробации проведен анализ состава порошков и определены массовые концентрации элементов в интересах заказчика ООО «ПК Контур» (договора 200, 203, 219).

- визуализация микрообъектов методом оптической микроскопии в широком температурном диапазоне с использованием термостолика TS 1500V;

- визуализация микрообъектов методом оптической микроскопии с контролем влажности с использованием термостолика TS 1500V с системой контроля влажности RH95;

- определение фазового состава методом конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния в широком температурном диапазоне с использованием термостолика TS 1500V.

В ходе апробации новых услуг в рамках выполнения работ по грантам Российского научного фонда: (1) проведены измерения температурных зависимостей спектра комбинационного рассеяния света для образцов кобальтата лития, титаната лития и железо-фосфата лития; (2) проведены исследования кинетики доменной структуры сегнетоэлектрических кристаллов ниобата лития, танталата лития и титанил-фосфата калия при повышенных температурах.

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

## **2 РАБОТЫ ПОЛУЧАТЕЛЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗ ВНЕБЮДЖЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

### **2.1 Проведение подготовительных работ для ввода в эксплуатацию дооснащенных комплексов оборудования (очередь 2)**

Для ввода в эксплуатацию установки быстрого термического отжига STE RTA100 подготовлено помещение в соответствии с требованиями для размещения оборудования. Произведен текущий ремонт с реставрацией пола.

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

### **2.2 Проведение в 2022 году мероприятий по повышению квалификации сотрудников УЦКП СН и стажировкам студентов, аспирантов и магистров на научном оборудовании УЦКП СН**

Сотрудник УЦКП СН М.С. Кособоков прошел стажировку по теме: «Методы локальной модификации твердотельных материалов сфокусированным излучением фемтосекундного лазера» в Центре лазерных и нелинейно-оптических технологий, Отделении квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова, Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, Москва с 15 по 19 августа 2022 г.

Завершена длительная стажировка аспиранта Е.Д. Савельева в университете Лазурного берега, Ницца, Франция с 1 сентября 2021 г. по 31 мая 2022 г. по теме «Исследование эволюции самоорганизованных доменных структур при переключении поляризации в монокристаллах семейства ниобата и танталата лития с диэлектрическим слоем, созданным методом протонного обмена».

Проведено обучение десяти студентов и аспирантов физического факультета на оборудовании УЦКП «Современные нанотехнологии» в период с 03 по 28 октября 2022 г.:

- система конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния Alpha 300 AR: Коробов Е.В., Никифоров А.А. – студенты 2 курса магистратуры;

- комплекс оборудования сканирующей зондовой микроскопии: Зондовая нанолаборатория Ntegra Aura: Сафина В.А., Мельников С.А. – студенты 2 курса магистратуры, Плеханова П.Д. – студент 4 курса;

- комплекс оборудования для измерения параметров лазерного излучения: Стенд ультракоротких импульсов: Ефимов А.В., Воробьев А.А. – студенты, Лисьих Б.И. – аспирант;

- комплекс оборудования для исследования сегнетоэлектрических материалов:  
Никулин А.А. – студент 1 курса магистратуры;

- комплекс оборудования для определения состава материалов: Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500: Кипенко И.А. – аспирант.

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

### **2.3 Аттестация новых методик выполнения измерений с использованием лазерного анализатора элементного состава LEA-S500 (очередь 1)**

Аттестована методика выполнения измерений массовой доли меди с использованием нового научного оборудования (лазерный анализатор элементного состава LEA-S500): МИ 01-2021 «Методика измерений массовой доли меди в сталях с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500», разработанная на первом этапе выполнения контракта.

Свидетельство об аттестации № 221.0140/RA.RU.311866/2022 от 29.12.2022 представлено в составе отчетной документации отдельным документом.

### **2.4 Выполнение работ по калибровке и поверке средств измерений УЦКП СН**

В рамках договора с ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 1061/2022 от 14.03.2022 были проведены следующие мероприятия по поверке и калибровке средств измерений УЦКП СН.

Поверка средств измерений:

1. Спектрофотометр двухлучевой прецизионный Cary 5000 UV-Nir-IR (свидетельство о поверке № С-С/11-10-2022/196149399 от 11.10.2022).

2. Дифрактометр рентгеновский D8 Advance (свидетельство о поверке № С-С/11-10-2022/196466555 от 11.10.2022).

3. Спектрофлуориметр Флюорат-02-Панорама (свидетельство о поверке № С-С/11-10-2022/196471508 от 11.10.2022).

4. Анализатор удельной поверхности и пористости адсорбционный TriStar 3020 (свидетельство о поверке № С-С/14-11-22/201232917 от 14.11.2022).

5. Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP 6500 Duo (свидетельство о поверке № С-С/18-11-2022/202844452 от 18.11.2022).

6. Спектрофотометр атомно-абсорбционный SOLAAR M6 (свидетельство о поверке № С-С/18-11-2022/202844453 от 18.11.2022).



7. Сканирующий электронный микроскоп для биологических исследований EVO LS 10 (свидетельство о поверке № С-С/18-11-2022/203870777 от 18.11.2022).

8. Анализатор лазерный элементного состава LEA-S500 (свидетельство о поверке № С-С/05-12-2022/206369017 от 05.12.2022).

Калибровка средств измерений:

1. Система бесконтактных измерений Kestrel (сертификат калибровки № 001833-0581-251 от 04.10.2022).

2. Микроскоп исследовательский универсальный Olympus BX61 (сертификат калибровки № 003370-0582-251 от 10.10.2022).

3. Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra SPECTRA (сертификат калибровки № 003382-0614-251 от 25.11.2022).

4. Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra THERMA (сертификат калибровки № 003383-0615-251 от 25.11.2022).

5. Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra AURA (сертификат калибровки № 003384-0616-251 от 25.11.2022).

6. Система конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния света Alpha 300 AR (сертификат калибровки № 001864-0618-251 от 01.12.2022).

7. Мультиметр Keithley 2001 из состава DMS-1000 (сертификат калибровки № 001693-0092-26 от 09.12.2022).

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

## **2.5 Представление в 2022 году на публичных тематических мероприятиях различных уровней (конференциях, семинарах, выставках) информационных материалов о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН**

В.Я. Шур представил доклад «Уральский ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ: состояние и перспективы» с информацией о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН и описанием новых возможностей на IV семинаре «Современные нанотехнологии», который состоялся 24-27 августа 2022 г. в УрФУ.

В.Я. Шур представил устный очный доклад на заседании Четвертой встречи рабочей группы по материаловедению и нанотехнологиям 21-25 ноября 2022 года в Кейптауне, Южная Африка о Сетевом центре стран БРИКС по материаловедению и нанотехнологиям, головной офис которого находится в Уральском ЦКП УрФУ.

В.Я. Шур представил доклад о достижениях и перспективах дальнейшего развития с информацией о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН на торжественном

мероприятии, посвященном 15-летию юбилею Уральского ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ.

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

## **2.6 Проведение для пользователей УЦКП СН научных мероприятий различных уровней и практических занятий по современным методам исследований в материаловедении с применением оборудования и методик УЦКП СН**

В институте естественных наук и математики Уральского федерального университета 24-27 августа 2022 г. в гибридном режиме были проведены IV семинар «Современные нанотехнологии» (IWMN-2022) и школа молодых ученых «Визуализация функциональных свойств наноматериалов». УЦКП СН являлся одним из организаторов семинара и школы, а руководитель проекта В.Я. Шур являлся председателем оргкомитета. Количество участников мероприятия более 130 человек. Для участников семинара и школы были проведены экскурсии в УЦКП «Современные нанотехнологии» с демонстрацией оборудования, а также пробные измерения с последующим оформлением договоров на услуги или договоров о сотрудничестве. В.Я. Шур представил доклад «Уральский ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ: состояние и перспективы» с информацией о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН и описанием новых возможностей. Информационные материалы для IV семинара «Современные нанотехнологии» (IWMN-2022) и школы молодых ученых «Визуализация функциональных свойств наноматериалов» были напечатаны за счет внебюджетных средств.

В институте естественных наук и математики Уральского федерального университета 14 декабря 2022 г. было проведено торжественное мероприятие, посвященное 15-летию юбилею Уральского ЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ. В мероприятии участвовало более 100 человек. Были заслушаны доклад В.Я. Шура о достижениях и перспективах дальнейшего развития с информацией о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН, а также выступления пользователей УЦКП СН: представителей УрФУ, институтов Уральского отделения РАН и промышленных предприятий Уральского региона.

Проведено практическое занятие для десяти студентов кафедры технологии стекла Института новых материалов и технологий УрФУ по измерению шероховатости поверхности методом оптической профилометрии, измерению морфологии методом сканирующей электронной микроскопии и определению химического состава методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Акт выполненных работ представлен в составе отчетной документации отдельным документом.

## **2.7 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для нанесения тонких пленок**

Приобретена установка плазменной обработки АТТО для дооснащения комплекса оборудования для нанесения тонких пленок стоимостью 1 998 000,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/229-2022 от 04.04.2022 с ООО «Минатех». Оборудование поставлено (товарная накладная №44 от 05.04.2022) и установлено.

Технические характеристики установки:

- габариты вместе со всеми выступающими частями – 525x450x275 мм<sup>3</sup>;
- материал корпуса – алюминий;
- объем вакуумной камеры – 10,5 л;
- размеры вакуумной камеры: 211 мм в диаметре, 300 мм в глубину;
- мощность генератора – 300 Вт;
- частота генератора плазмы – 13,56 МГц;
- безмасляный вакуумный насос производительностью - 5,4 м<sup>3</sup>/час.

Установка плазменной очистки Atto будет использоваться для очистки, активации и травления различных поверхностей в плазме низкого давления для пробоподготовки образцов для сканирующей электронной микроскопии, полупроводниковых структур, обработки текстиля, пластиков. Потенциальными заказчиками таких услуг являются организации, работающие в области фотоники, медицинской техники, текстильной, автомобильной, ювелирной промышленности, в области полупроводниковых технологий.

Документы, подтверждающие покупку оборудования, а также акт выполненных работ представлены в составе отчетной документации отдельными документами.

## **2.8 Дооснащение УЦКП СН научным оборудованием и материалами**

Приобретены материалы, сырьё и комплектующие для выполнения работ по проекту на сумму 497 874,17 рублей, из них:

- картриджи предочистки воды Progard TS2 - на сумму 196 738 руб.;
- химические реактивы и химическая посуда - на сумму 44 541,17 руб.;
- прочие расходные материалы - на сумму 256 595 руб.

Приобретено оборудование, предназначенное для выполнения работ по проекту на сумму 199 070 рублей, из них:

- автоматические мультиметры OWON XDM2041(10 шт.) - на сумму 162 900 руб.;
- настольный осциллограф Hantek DSO4072C - на сумму 23 450 руб.;
- стационарный мини источник питания Wanptek KPS 1505D (3 шт.) - на сумму 12 720 руб.

Документы, подтверждающие покупку оборудования и материалов, а также акт выполненных работ представлены в составе отчетной документации отдельными документами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сведения о результатах работ, выполненных за счет средств гранта:

1. Приобретено следующее дорогостоящее оборудование: (а) комплекс для изучения поверхностных свойств DSA25S и тензиометрии K100, Германия, стоимостью 10 560 000 руб.; (б) установка быстрого термического отжига STE RTA100, Россия, стоимостью 8 170 000 руб.; (в) полевые катоды для сканирующего электронного микроскопа MERLIN (Carl Zeiss) и электронно-ионного микроскопа AURIGA CrossBeam Workstation (Carl Zeiss), Германия, стоимостью 2 417 440 руб.

2. Разработаны три методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «лазерный анализатор элементного состава LEA-S500».

3. Разработана обновленная версия каталога с описанием оборудования Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» УрФУ на английском языке.

4. Проведена актуализация сведений о дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте [skr-rf.ru](http://skr-rf.ru).

5. Разработаны и апробированы новые услуги: (а) по определению массовой доли химических элементов методом лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии с использованием лазерного анализатора элементного состава LEA-S500, (б) визуализация микрообъектов методом оптической микроскопии в широком температурном диапазоне и с контролем влажности, а также определение фазового состава методом конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния в широком температурном диапазоне с использованием термостоллика TS 1500V с системой контроля влажности RH95.

Сведения о результатах работ, выполненных за счет внебюджетных средств:

6. Проведены подготовительные работы для ввода в эксплуатацию приобретенного оборудования.

7. Проведено повышение квалификации сотрудников УЦКП СН, а также стажировки студентов и аспирантов на научном оборудовании УЦКП СН.

8. Аттестована методика выполнения измерений массовой доли меди с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500».

9. Проведены мероприятия по поверке и калибровке средств измерений УЦКП СН.

10. Представлена информация о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН на публичных тематических мероприятиях.

11. Проведены научные мероприятия и практические занятия для пользователей УЦКП СН по современным методам исследований в материаловедении с применением оборудования и методик УЦКП СН.

12. Приобретена установка плазменной обработки АТТО, Германия для дооснащения комплекса оборудования для нанесения тонких пленок стоимостью 1 998 000 руб.

13. Закуплено научное оборудование и приобретены материалы, сырьё и комплектующие для дооснащения УЦКП СН.

Результаты работ, проведенных при выполнении отчетного этапа проекта, сыграют существенную роль в достижении запланированных значений индикаторов и показателей и в выполнении проекта в целом. Задачи, поставленные на отчетном этапе с учетом дополнительного соглашения, выполнены в полном объеме.

Сведения о ходе выполнения проекта размещены на официальном сайте УЦКП СН <https://urfu.ru/ru/science/nich/otchety-urfu/>.