

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 2023 г.

М.П.



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 3 ДООСНАЩЕНИЯ И КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ЦКП

(итоговый)


Этап 3

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.,
от 17 февраля 2023 г., от 16 мая 2023 г., от 30 июня 2023 г., от 14 декабря 2023 г.,
от 22 декабря 2023 г.




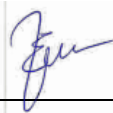

Руководитель проекта
директор УЦКП СН УрФУ,
д. ф. - м. н., профессор

 31.12.23 Шур В.Я.
(подпись, дата)

Екатеринбург 2023

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта, директор УЦКП СН УрФУ д.ф.-м.н., профессор	<u>29.12.2023</u>		Шур В.Я. (разделы 1,2, введение, заключение)
с.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Аликин Д.О. (разделы 1, 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Ахматханов А.Р. (разделы 1, 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Батурин И.С. (раздел 1)
м.н.с.	<u>29.12.2023</u>		Грешняков Е.Д. (раздел 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Зеленовский П.С. (раздел 2)
н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Кособоков М.С. (раздел 1)
с.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Кузнецов Д.К. (разделы 1, 2)
лаб.-иссл.	<u>29.12.2023</u>		Линкер Э.А. (раздел 1)
стажер-иссл., аспирант	<u>29.12.2023</u>		Лисьих Б.И. (раздел 1)
лаб.-иссл.	<u>29.12.2023</u>		Майорова Я.А. (раздел 2)
стажер-иссл., студент	<u>29.12.2023</u>		Пашнина Е.А. (раздел 2)
м.н.с.	<u>29.12.2023</u>		Пелегова Е.В. (разделы 1, 2)
с.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Пряхина В.И. (разделы 1, 2)
м.н.с.	<u>29.12.2023</u>		Слаутин Б.Н. (разделы 1, 2)
м.н.с., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Слаутина А.С. (разделы 1, 2)

Н.С., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Турьгин 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>29.12.2023</u>		Шихова В.А. (разделы 1, 2)
С.Н.С., к.ф.-м.н.	<u>29.12.2023</u>		Шишкина Е.В. (разделы 1, 2)
нормоконтролер	<u>27.01.23</u> (подпись, дата)		Важенин В.А.

РЕФЕРАТ

Отчет 24 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 СФ), 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 СФ и эффективного участия в реализации приоритетов научно-технологического развития РФ; рост загрузки оборудования УЦКП СФ, 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 СФ научными и образовательными организациями вне зависимости от их ведомственной принадлежности и формы собственности.

На отчетном этапе выполнены следующие основные работы:

1. Приобретено дорогостоящее оборудование: иттербиевый фемтосекундный волоконный лазер ANTAUS, зондовая станция ITS150, приставка диффузного отражения DTR-8/D-IR для спектрофотометра. 2. Разработаны три методики выполнения измерений с использованием: «Лазерного анализатора элементного состава LEA-S500» и две методики выполнения измерений с использованием «Комплекса для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100». 3. Проведена актуализация сведений о дооснащенном научном оборудовании УЦКП СФ на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте skr-uf.ru. 4. Разработаны и апробированы услуги, предоставляемые пользователям с использованием нового оборудования. 5. За счет внебюджетных источников: закуплено оборудование и приобретены материалы, сырьё и комплектующие для дооснащения УЦКП СФ; проведены подготовительные работы для ввода в эксплуатацию приобретенного оборудования; проведено повышение квалификации сотрудников и стажировки студентов и аспирантов на оборудовании; представлена информация о развитии УЦКП СФ на публичных мероприятиях; проведены мероприятия по поверке и калибровке средств измерений; разработаны и аттестованы методики измерений.

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЗА СЧЕТ СРЕДСТВ СУБСИДИИ НА ТРЕТЬЕМ ЭТАПЕ ПРОЕКТА	10
1.1 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для лазерной обработки материалов	10
1.2 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для исследования сегнетоэлектрических материалов (очередь 2)	10
1.3 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для оптической спектрометрии	11
1.4 Разработка методик выполнения измерений с использованием нового оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» (очередь 3) и «Комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100»	12
1.5 Актуализация в 2023 году сведений о модернизированном и дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте ckp-uf.ru	13
1.6 Разработка и апробация новых услуг, предоставляемых пользователям УЦКП СН с использованием нового оборудования	14
2 РАБОТЫ ПОЛУЧАТЕЛЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗ ВНЕБЮДЖЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ	16
2.1 Дооснащение УЦКП СН научным оборудованием и материалами	16
2.2 Проведение подготовительных работ для ввода в эксплуатацию дооснащенных комплексов оборудования (очередь 3)	16
2.3 Проведение в 2023 году мероприятий по повышению квалификации сотрудников УЦКП СН и стажировкам студентов, аспирантов и магистров на научном оборудовании УЦКП СН	16
2.4 Выполнение работ по калибровке и поверке средств измерений УЦКП СН	18
2.5 Аттестация методик выполнения измерений с использованием нового оборудования: лазерного анализатора элементного состава LEA-S500 (очередь 2) и комплекса для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100	20
2.6 Проведение и участие в научных мероприятиях с представлением обновленных версий каталога оборудования УЦКП СН	21

2.7 Проведение мероприятий различных уровней и практических занятий по современным методам исследований в материаловедении с применением оборудования и методик УЦКП СН	21
2.8 Проведение мероприятий по внедрению упрощенной системы доступа и использования оборудования УЦКП СН.....	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ФГАОУ ВО – федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования

МИ – методика измерений

ООО – общество с ограниченной ответственностью

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 трех 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 издания обновленной версии каталога оборудования на английском языке, размещения информации в СМИ, модернизации сайта УЦКП СН и проведения международной конференции с участием пользователей УЦКП СН.

3) Разработка, освоение и аттестация новых методик 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) зондовой станции ITS150; (2) иттербиевого фемтосекундного волоконного лазера ANTAUS; (3) приставки диффузного отражения DTR-8/D-IR для спектрофотометра, а также разработка методик выполнения измерений с использованием нового научного оборудования позволяет реализовать новые услуги и значительно расширяет круг заказчиков из академических организаций и промышленности. Актуализация сведений о дооснащенном научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге УЦКП СН на сайте scr-uf.ru и представление информации о дооснащении и комплексном развитии УЦКП СН на публичных тематических мероприятиях повышает информированность о новых возможностях УЦКП СН, что обеспечивает 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 повышает уровень оказываемых услуг. Работы отчетного этапа сыграли существенную роль в достижении запланированных значений показателей проекта и в выполнении проекта в целом.

1 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЗА СЧЕТ СРЕДСТВ СУБСИДИИ НА ТРЕТЬЕМ ЭТАПЕ ПРОЕКТА

1.1 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для лазерной обработки материалов

На третьем этапе проекта были выполнены следующие работы по дооснащению научным оборудованием комплекса оборудования для лазерной обработки материалов:

Приобретен иттербиевый фемтосекундный волоконный лазер ANTAUS, АВЕСТА-проект, Россия, для дооснащения комплекса оборудования для лазерной обработки материалов стоимостью 14 032 000,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/1355-2023 от 29.09.2023 с ООО «Фемтоника». Оборудование поставлено (товарная накладная №12 от 27.11.2023), установка и обучение персонала проведены (акт ввода оборудования в эксплуатацию от 30.11.2023).

Технические характеристики прибора:

- длина волны - 1030 нм
- выходная мощность лазерного излучения - 20 Вт
- длительность импульса - 250 фс
- максимальная энергия одиночного импульса - 20 мкДж
- пиковая мощность – 75 МВт

Комплекс будет использован для лазерной обработки различных материалов сфокусированным лазерным излучением. 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.

Результаты работ соответствует требованию технического задания п. 4.1.5.

1.2 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для исследования сегнетоэлектрических материалов (очередь 2)

На третьем этапе проекта были выполнены следующие работы по дооснащению научным оборудованием комплекса оборудования для исследования сегнетоэлектрических материалов (очередь 2):

Приобретена зондовая станция ITS150, MPI Corporation, Тайвань, стоимостью 4 900 000,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/1357-2023 от 27.10.2023 с ООО «ИННФОКУС». Оборудование поставлено (товарная накладная №129 от 28.11.2023), установка и обучение персонала проведены 30.11.2023.

Технические характеристики прибора:

- размер держателя образца - 150 мм,
- четыре манипулятора
- точность позиционирования по трем осям - до 1 мкм,
- вертикальная подстройка - 40 мм,
- ход контакт/зазор - 200 мкм,
- воспроизводимость - 1 мкм,
- вертикальный ход держателя образца - 90 мм.

Комплекс будет использован для исследования сегнетоэлектрических материалов, а также для тестирования полупроводниковых, оптоэлектронных, микро- и нано-электромеханических систем с прецизионным позиционированием зондов. 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.

Результаты работ соответствует требованию технического задания п. 4.1.2.2.

1.3 Дооснащение научным оборудованием комплекса оборудования для оптической спектрометрии

На третьем этапе проекта были выполнены следующие работы по дооснащению научным оборудованием комплекса оборудования для оптической спектрометрии:

Приобретена приставка диффузного отражения DTR-8/D-IR, ООО «СОЛ инструментс», Беларусь для спектрофотометра для дооснащения комплекса оборудования для оптической спектрометрии стоимостью 2 400 975,00 руб. В результате проведения конкурсных процедур заключен договор № 43-12/1516-2023 от 16.10.2023 с ООО «Лаб-НТ». Оборудование поставлено (товарная накладная №120401 от 04.12.2023), установка и инструктаж персонала проведены (акт ввода оборудования в эксплуатацию от 05.12.2023).

Технические характеристики прибора:

- совместное и раздельное измерение диффузного и зеркального отражения.

Измерение коэффициента пропускания и коэффициента диффузного отражения образцов:

- спектральный диапазон - от 220 до 1100 нм;
- диаметр интегрирующей сферы – 50,8 мм;

Приставка фотоэлектрическая для измерения абсолютного коэффициента зеркального отражения под переменным углом:

- диапазон угла падения - от 8 до 82 градусов;

- шаг установки угла - 0,5 градуса;

Комплекс будет использован для исследования оптических характеристик структур с микрорельефом, коллоидных растворов микро и наночастиц любой концентрации, порошков, керамик. Для регистрации спектров отражения гетерогенных систем, порошков и твердых веществ с неровной поверхностью, жидких проб и суспензий. Новые возможности позволят расширить круг заказчиков из академических организаций и промышленности.

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

Результаты работ соответствует требованию технического задания п. 4.1.8.

1.4 Разработка методик выполнения измерений с использованием нового оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» (очередь 3) и «Комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100»

Разработаны три методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» (очередь 3):

1) МИ 05-2023 «Методика измерений массовой доли **никеля** в сплавах на основе меди с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500»;

2) МИ 06-2023 «Методика измерений массовой доли **цинка** в сплавах на основе меди с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500»;

3) МИ 07-2023 «Методика измерений массовой доли **свинца** в сплавах на основе меди с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500».

Разработаны две методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100»:

1) МИ 08-2023 «Методика измерений краевого угла смачивания с помощью тензиометра K100»;

2) МИ 09-2023 «Методика измерений угла скатывания с помощью прибора для измерения краевого угла DSA25S».

Все разработанные методики представлены в составе отчетной документации.

Результаты работ соответствуют требованию технического задания пп. 2.1.7, 3.12.1, 5.3.1.

1.5 Актуализация в 2023 году сведений о модернизированном и дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте ckr-rf.ru

На третьем этапе проекта были выполнены следующие работы по актуализации в 2023 году сведений на сайте УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ, в каталоге УЦКП СН и на сайте ckr-rf.ru о дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН, изменениях в составе услуг, сведениями о поверке и калибровке, о стажировках и повышении квалификации, о текущих и планируемых мероприятиях УЦКП СН:

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

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/news/665>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/news/663>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/news/664>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/antaus-20>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/dtr-8d-ir-и-м8-82>

<https://nanocenter.urfu.ru/ru/equipment/mpi-ts150>

2) Размещена информация о приобретаемом на третьем этапе научном оборудовании на сайте ckr-rf.ru: https://ckr-rf.ru/catalog/ckp/2968/?sphrase_id=7711905;

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

4) Размещена информация об услугах с использованием нового оборудования: <https://nanocenter.urfu.ru/ru/pricelist>;

5) Размещена информация о новых методиках выполнения измерений: <https://nanocenter.urfu.ru/ru/content/перечень-методик-выполнения-измерений>

6) Размещена информация о поверке и калибровке оборудования, аттестаты методик выполнения измерений: <https://nanocenter.urfu.ru/ru/content/метрологическое-обеспечение>;

7) Размещена информация о стажировках и повышении квалификации операторов оборудования: <https://nanocenter.urfu.ru/ru/documents>;

8) Размещена информация о текущих и планируемых мероприятиях УЦКП СН: <https://nanocenter.urfu.ru/ru/content/конференции>.

9) Информация о достижениях и новых возможностях УЦКП СН регулярно публиковалась на сайте УрФУ, новостных агентств и в профильных изданиях

https://www.akm.ru/press/fiziki_poluchili_novuyu_strukturnuyu_formu_nanougleroda/

<https://rossaprimavera.ru/news/dbe47a14>

<https://www.helicon.ru/calendar/issledovanie-nanomaterialov-metodom-konfokalnoy-ramanovskoy-spektroskopii/>

<https://ekaterinburg-gid.ru/news/nauka-i-obrazovanie/uchenyje-vuza-rabotayut-nad-sozdaniem-perspektivnyh-nanomaterialov.htm>

<https://ekaterinburg.bezformata.com/listnews/proekta-vuza-poluchat-granti/97886485/>

<https://www.nanoindustry.su/journal/2021/1>

<https://urfu.ru/ru/news/35996/>

<https://urfu.ru/ru/news/37900/>

<https://urfu.ru/ru/news/38204/>

<https://urfu.ru/ru/news/43221/>

<https://urfu.ru/ru/news/48511/>

<https://urfu.ru/ru/news/48027/>

Результаты работ соответствует требованию технического задания пп. 4.2.2.

1.6 Разработка и апробация новых услуг, предоставляемых пользователям УЦКП СН с использованием нового оборудования

На третьем этапе проекта были разработаны и апробированы новые услуги, предоставляемые пользователям УЦКП СН, в том числе:

1. Обработка материалов с использованием лазерного излучения. Использован иттербиевый фемтосекундный волоконный лазер ANTAUS. В ходе апробации в рамках выполнения работ по программе Приоритет проведены исследования по созданию гидрофильных и супергидрофильных поверхностей металлов, структурированных с помощью фемтосекундного лазерного излучения.

2. Измерение краевого угла смачивания и угла скатывания. Использован комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100. В ходе апробации проведены работы в интересах заказчика Вдовиченко С.В. (договор 263); в рамках выполнения работ по грантам проведен анализ адсорбционных свойств порошков $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.885}\text{F}_{0.03}$, $\text{Ce}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_2$ и $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.75}\text{F}_{0.3}$, на базе которых рассчитывается краевой угол. Студенческий научно-исследовательский проект «Создание игры «Капля в лабиринте» на основе супергидрофобных свойств наноструктурированной поверхности тефлона» победил в конкурсе студенческих проектов УрФУ в 2023 году.

3. Регистрация спектров отражения гетерогенных систем, порошков и твердых веществ с неровной поверхностью использован комплекс оборудования для оптической спектрометрии, дооснащенного приставкой диффузного отражения 8/D-IR. В ходе апробации в рамках выполнения работ по программе Приоритет проведены исследования

оптических характеристик образцов сверхлегированного кремния с микроструктурированной поверхностью; в рамках выполнения работ по грантам Российского научного фонда проведены исследования компактированных порошковых частиц LiFePO_4 , LiCoO_2 , $\text{LiMn}_2\text{O}_4/\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ и $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$.

4. Обработка материалов с использованием быстрого термического отжига. Использована установка быстрого термического отжига STE RTA-100. В ходе апробации проведены работы по оптимизации условий отжига и герметизации кварцевого корпуса датчика давления в интересах заказчика АО «Геооптикс» (Договор 286); в рамках выполнения работ по грантам Российского научного фонда: (1) проведены исследования влияния пироэлектрических полей на доменную структуру монокристаллов ниобата лития и танталата лития; (2) проведен быстрый термический отжиг образцов керамики PMN-PT.

Результаты работ соответствует требованию технического задания пп. 2.1.8, 3.13.5 - 3.13.8.

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

2.1 Дооснащение УЦКП СН научным оборудованием и материалами

На третьем этапе выполнения проекта были проведены следующие работы по дооснащению УЦКП СН научным оборудованием и материалами на общую сумму 1505060,17 рублей:

Приобретены материалы, сырьё и комплектующие для выполнения работ по проекту на сумму 965 360,00 рублей, из них:

- батарея аккумуляторная Delta HR 12-34W на сумму 209 600 руб
- плата для 3-D принтера и комплект соединительных кабелей на сумму 699 990 руб.
- печатные материалы для конференции MSN-2023 на сумму 55 770 руб.

Приобретено оборудование, предназначенное для выполнения работ по проекту на сумму 539 700 рублей, из них:

- кондиционер настенный Kentatsu KSGTI70HFAN1/KSRTI70HFAN1 на сумму 135 700 руб.
- источник бесперебойного питания ФОРВАРД Н 6000 (6 квт) в комплекте с блоком аккумуляторов на сумму 404 000 руб.

2.2 Проведение подготовительных работ для ввода в эксплуатацию дооснащенных комплексов оборудования (очередь 3)

Проведены следующие подготовительные работы для ввода в эксплуатацию приобретаемого оборудования:

Приобретен и установлен кондиционер настенного типа Kentatsu KSGTI70HFAN1/KSRTI70HFAN1 для обеспечения оптимального температурного режима работы комплекса электронной микроскопии.

2.3 Проведение в 2023 году мероприятий по повышению квалификации сотрудников УЦКП СН и стажировкам студентов, аспирантов и магистров на научном оборудовании УЦКП СН

На третьем этапе проекта были проведены следующие мероприятия по повышению квалификации сотрудников УЦКП СН и стажировкам студентов, аспирантов и магистров на научном оборудовании УЦКП СН:

Младший научный сотрудник М.А. Чувакова прошла стажировку по теме: «Создание дифракционных оптических элементов для терагерцевого и миллиметрового

диапазона методами прямой литографии» в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара с 18 по 22 сентября 2023 г.

Младший научный сотрудник Б.И. Лисьих прошел стажировку по теме: «Использование методов лазерной абляции для изготовления дифракционных оптических элементов для фокусировки и управления модовым составом и поляризацией когерентного излучения» в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара с 18 по 22 сентября 2023 г.

Научный сотрудник М.С. Кособоков прошел стажировку по теме: «Использование методов фотолитографии для создания функциональных кремниевых микроструктур» в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара с 18 по 22 сентября 2023 г.

Заведующий лабораторией Д.О. Аликин прошел стажировку по теме: «Методы создания доменных структур в ромбоэдрических кристаллах PMN-PT с [110]-срезом для электрооптических применений» в Международном центре диэлектрических исследований, Сианьский транспортный университет, г. Сиань, Китай с 7 по 10 ноября 2023 г.

Младший научный сотрудник А.Д. Ушаков прошел стажировку по теме: «Методы создания доменных структур в ромбоэдрических кристаллах PMN-PT с [110]-срезом для электрооптических применений» в Международном центре диэлектрических исследований, Сианьский транспортный университет, г. Сиань, Китай с 1 по 10 ноября 2023 г.

Проведено обучение пятнадцати студентов и магистрантов физического факультета на оборудовании УЦКП «Современные нанотехнологии» в период с 18 сентября по 20 октября 2023 г:

1. Комплекс оборудования конфокальной микроскопии: Система конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния Alpha 300 AR 1 студент;
2. Комплекс оборудования сканирующей зондовой микроскопии: Зондовая нанолaborатория Ntegra Aura 1 магистрант;
3. Комплекс оборудования для фотолитографии: Установка для нанесения и термической обработки резиста Sawatec SM180-HP250HDMS 1 магистрант;
4. Комплекс оборудования для исследования сегнетоэлектрических материалов 1 магистрант и 4 студента;
5. Комплекс оборудования для биоинженерии - 4 студента;
6. Комплекс оборудования электронной микроскопии - 4 студента.

Проводились следующие стажировки на оборудовании УЦКП СН:

1. Е. Жеремов, ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», Москва, «Применение сканирующей микроскопии пьезоэлектрического отклика и локального переключения проводящим зондом сканирующего зондового микроскопа для исследования сегнетоэлектрических монокристаллов и тонких пленок BiFeO_3 », 24-28 апреля 2023;

2. А.В. Сосунов, ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, «Применение рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии для задач кристаллооптики», 27-30 августа 2023;

3. Вэнсю Хуанг (Wenxu Huang) Международный центр диэлектрических исследований Сианьского транспортного университета, Сиань, Китай, «Создание регулярных доменных структур в монокристаллах сегнетоэлектриков-релаксоров семейства PMN-PT», 30 августа – 30 сентября 2023.

Результаты работ соответствуют требованию технического задания пп. 2.1.10, 3.18, 4.3.3.

2.4 Выполнение работ по калибровке и поверке средств измерений УЦКП СН

На третьем этапе проекта были проведены мероприятия по калибровке и поверке средств измерений УЦКП СН (в рамках договоров с ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» № 1061/2022 от 14.03.2022 и № 922/2023 от 27.04.2023, с ФБУ «Уралтест» № 53316/1900/Б от 01.06.2022).

Поверка средств измерений:

1. Спектрофотометр двухлучевой прецизионный Cary 5000 UV-Nir-IR, свидетельство о поверке № С-С/10-10-2023/285353414 от 10.10.2023;

2. Установка магнитоизмерительная MPMS-XL-7 ЕС, свидетельство о поверке № С-С/09-10-2023/285585653 от 09.10.2023;

3. Спектрофлуориметр Флюорат-02-Панорама, свидетельство о поверке № С-С/26-09-2023/285087205 от 26.09.2023;

4. Анализатор удельной поверхности и пористости адсорбционный TriStar 3020, свидетельство о поверке № С-С/13-11-2023/294036779 от 13.11.2023;

5. Прибор для измерения краевого угла DSA23S, свидетельство о поверке № С-С/11-12-2023/303169723 от 11.12.2023;

6. Тензиометр K100С, свидетельство о поверке № С-С/11-12-2023/303310011 от 11.12.2023;

7. Анализатор термографический модели Pyris 1 TGA, свидетельство о поверке № С-С/22-02-2023/227921519 от 22.02.2023;

8. Дифрактометр рентгеновский XRD-7000, свидетельство о поверке № С-С/12-01-2023/218122376 от 12.01.2023;

9. Прибор комбинированный Testo 622, свидетельство о поверке № С-СЕ/07-02-2023/221041575 от 07.02.2023;

10. Прибор комбинированный Testo 622, свидетельство о поверке № С-СЕ/07-02-2023/221041574 от 07.02.2023;

11. Прибор комбинированный Testo 608-N1, свидетельство о поверке № С-СЕ/23-01-2023/218555995 от 23.01.2023;

Калибровка средств измерений:

1. Система бесконтактных измерений Kestrel, сертификат калибровки № 002120-3413-251 от 29.09.2023

2. Микроскоп исследовательский универсальный Olympus VX61, сертификат калибровки № 005694-3416-251 от 16.11.2023

3. Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra SPECTRA, сертификат калибровки № 005696-3448-251 от 21.11.2023

4. Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra THERMA, сертификат калибровки № 005697-3452-251 от 20.11.2023

5. Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra AURA, сертификат калибровки № 005695-3446-251 от 21.11.2023

6. Система конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния света Alpha 300 AR, сертификат калибровки № 002121-3481-251 от 27.11.2023

7. Сканирующий электронный микроскоп для биологических исследований EVO LS 10 Сертификат калибровки № 005703-3649-251 от 08.12.2023

8. Сканирующий электронный микроскоп AURIGA, сертификат калибровки № 002007-3340-251 от 12.10.2023

9. Реометр ротационный Haake MARS, сертификат калибровки № 03404-0641-251 от 12.01.2023

10. Микроскоп сканирующий зондовый MFP 3D SA, сертификат калибровки № 005698-3453-251 от 20.11.2023;

11. Фурье спектрометр инфракрасный Nicolet 6700, сертификат калибровки № 003403-0623-251 от 12.01.2023;

12. Анализатор размеров частиц лазерный дифракционный SALD-7101, сертификат калибровки № 003406-0643-251 от 13.01.2023;

13. Машина испытательная AG-50-0.5, сертификат калибровки № 004377-2273-261 от 24.03.2023;

14. Прибор для измерения удельной поверхности дисперсных и пористых материалов «СОРБИ N.4.1», сертификат калибровки № 003405-0642-251 от 13.01.2023;

15. Мультиметр Keithley 2001 из состава DMS-1000, сертификат калибровки № 002071-3486-26 от 29.11.2023.

2.5 Аттестация методик выполнения измерений с использованием нового оборудования: лазерного анализатора элементного состава LEA-S500 (очередь 2) и комплекса для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100

Аттестованы три методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» (очередь 3), разработанные на третьем этапе проекта:

1) МИ 05-2023 «Методика измерений массовой доли никеля в сплавах на основе меди с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500». Свидетельство об аттестации № 221.0116/RA.RU.311866/2023 от 08.12.2023 представлено в составе отчетной документации отдельным документом.

2) МИ 06-2023 «Методика измерений массовой доли цинка в сплавах на основе меди с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500». Свидетельство об аттестации № 221.0117/RA.RU.311866/2023 от 08.12.2023 представлено в составе отчетной документации отдельным документом.

3) МИ 07-2023 «Методика измерений массовой доли свинца в сплавах на основе меди с использованием анализаторов лазерных элементного состава LEA-S500». Свидетельство об аттестации № 221.0118/RA.RU.311866/2023 от 08.12.2023 представлено в составе отчетной документации отдельным документом.

Аттестованы две методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100», разработанные на третьем этапе проекта:

1) МИ 08-2023 «Методика измерений краевого угла смачивания с помощью тензиометра K100». Свидетельство об аттестации № 221.0119/RA.RU.311866/2023 от 19.12.2023 представлено в составе отчетной документации отдельным документом.

2) МИ 09-2023 «Методика измерений угла скатывания с помощью прибора для измерения краевого угла DSA25S». Свидетельство об аттестации

№ 221.0120/RA.RU.311866/2023 от 19.12.2023 представлено в составе отчетной документации отдельным документом.

Результаты работ соответствуют требованию технического задания пп. 2.1.7, 3.12.2.

2.6 Проведение и участие в научных мероприятиях с представлением обновленных версий каталога оборудования УЦКП СН

УЦКП «Современные нанотехнологии» входил в состав организаторов Международной конференции «Материаловедение и нанотехнологии» (MSN-2023), проходившей в Институте естественных наук и математики Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина, 27 – 30 августа 2023. Директор УЦКП СН Шур В.Я. участвовал в заседании рабочей группы стран БРИКС по материаловедению и нанотехнологиям, 31 октября - 3 ноября 2023 года, Сучжоу, Китай. Участникам перечисленных мероприятий были представлены обновленные версии каталога оборудования УЦКП СН на русском и английском языках.

Результаты работ соответствуют требованию технического задания п.4.2.3.

2.7 Проведение мероприятий различных уровней и практических занятий по современным методам исследований в материаловедении с применением оборудования и методик УЦКП СН

В рамках конференций и семинаров, проходивших в Институте естественных наук и математики Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина в 2023 году, была проведена школа молодых ученых «Функциональная визуализация наноматериалов» и круглый стол «Современное состояние и перспективы развития УЦКП СН» в рамках Международной конференции «Материаловедение и нанотехнологии» (MSN-2023), 27 – 30 августа 2023 г., на которых были представлены возможности нового оборудования, приобретаемого в рамках гранта Министерства науки и высшего образования. Проведен семинар по использованию современных методов микроскопии в материаловедении для сотрудников Института естественных наук и математики УрФУ с применением оборудования и методик УЦКП СН, 18 декабря 2023 г. Во время проведения мероприятий проводились тестовые измерения с применением оборудования и методик УЦКП СН.

Результаты работ соответствуют требованию технического задания пп.2.1.10, 3.16, 4.2.4.

2.8 Проведение мероприятий по внедрению упрощенной системы доступа и использования оборудования УЦКП СН

Проведены работы по внедрению упрощённой системы доступа и использования научного оборудования УЦКП СН, содержащая следующие подсистемы: 1) регистрация/авторизация пользователей, 2) личный кабинет пользователя, 3) учёт загрузки комплексов оборудования, 4) учёт заказчиков и заявок, 5) журнал измерений.

Результаты работ соответствуют требованию технического задания пп. 2.1.3, 3.14, 4.2.1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сведения о результатах работ, выполненных за счет средств гранта:

1. Приобретено следующее дорогостоящее оборудование: (а) иттербиевый фемтосекундный волоконный лазер ANTAUS, Авеста-проект, Россия, для дооснащения комплекса оборудования для лазерной обработки материалов стоимостью 14 032 000,00 руб. (б) зондовая станция ITS150, MPI Corporation, Тайвань, для дооснащения комплекса оборудования для исследования сегнетоэлектрических материалов (очередь 2) стоимостью 4 900 000,00 руб.; (в) приставка диффузного отражения DTR-8/D-IR, ООО "СОЛ инструментс", Беларусь для спектрофотометра для дооснащения комплекса оборудования для оптической спектрометрии стоимостью 2 400 975,00 руб.

2. Разработаны три методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Лазерный анализатор элементного состава LEA-S500» и две методики выполнения измерений с использованием нового научного оборудования: «Комплекс для измерения краевого угла смачивания DSA25S и тензиометрии K100»

3. Проведена актуализация сведений о дооснащённом научном оборудовании УЦКП СН на сайте УрФУ и в каталоге ЦКП на сайте skp-uf.ru.

4. Разработаны и апробированы новые услуги: (а) по обработке материалов с использованием лазерного излучения, (б) по измерению краевого угла смачивания и угла скатывания, в) по регистрации спектров отражения гетерогенных систем, порошков и твердых веществ с неровной поверхностью, г) по обработке материалов с использованием быстрого термического отжига.

Сведения о результатах работ, выполненных за счет внебюджетных средств:

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

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

9. Аттестованы три методики выполнения измерений в сплавах на основе меди массовой доли а) никеля, б) цинка и в) свинца с использованием анализатора лазерных элементного состава LEA-S500, а также две методики выполнения измерений: а) краевого угла смачивания с использованием тензиометра K100 и б) угла скатывания с

использованием прибора для измерения краевого угла DSA25S, разработанные на третьем этапе проекта.

Все задачи, поставленные при выполнении проекта, с учетом дополнительных соглашений, выполнены в полном объеме. Приобретенное современное научное оборудование и разработанные новые методики выполнения измерений позволят существенно увеличить объем услуг, оказываемых научным и промышленным организациям Российской Федерации. Кроме того, будет расширена деятельность УЦКП СН в области материаловедения и нанотехнологий за счет взаимодействия с организациями стран БРИКС с использованием возможностей Сетевого Центра стран БРИКС по Материаловедению и Нанотехнологии, расположенного в Уральском федеральном университете, руководителем исполнительного секретариата которого является директор УЦКП СН В.Я. Шур.

Сведения о результатах выполнения проекта размещены на официальном сайте УЦКП СН <https://nanocenter.urfu.ru/ru/news>. Заключительный отчет о выполнении проекта размещен на официальном сайте Уральского федерального университета <https://urfu.ru/ru/science/nich/otchety-urfu/>.