

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магomedович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 25.08.2023 15:50:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа практики Тип практики

Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

Закреплена за кафедрой

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Квантовое материаловедение

Вид практики

Производственная

Способ проведения практики

Форма проведения практики

дискретно

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

15 ЗЕТ

Часов по учебному плану

540

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 4

аудиторные занятия

0

самостоятельная работа

540

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя				
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Сам. работа	540	540	540	540
Итого	540	540	540	540

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Смирнова Екатерина Александровна; д.ф.-м.н., Профессор, Мухин Сергей Иванович

Рабочая программа

Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02-МФ3-23-2.plx Квантовое материаловедение, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Квантовое материаловедение, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения Д.ф.-м.н., профессор,

Мухин Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения практики: формирование компетенций в соответствии с учебным планом, подготовка магистра к выполнению выпускной квалификационной работы.
1.2	Задачами практики являются
1.3	1. Научить самостоятельному осуществлению научно-исследовательской работы, четкому формулированию и решению научных задач.
1.4	2. Научить (привить) способности к научному творчеству, научно-исследовательскому и инновационному мышлению, владению методологией научного поиска.
1.5	3. Научить владеть теоретическими и экспериментальными методами исследования структуры и свойств материалов, умению выбрать необходимые методы исследования, модифицировать существующие, разработать новые методы, исходя из задач конкретного исследования.
1.6	4. Научить разрабатывать и исследовать технологические процессы производства материалов и/или изделий из них.
1.7	5. Получать новые научные результаты, имеющие важное значение для теории и практики, анализировать и обрабатывать полученные результаты с применением современных информационных технологий.
1.8	6. Научить применять теоретические знания путем использования их при практическом выполнении научной работы.
1.9	7. Научить организации проведения научных исследований в составе творческого коллектива.
1.10	8. Научить поиску, сбору и сравнительному анализу библиографических данных с привлечением современных информационных технологий.
1.11	9. Научить представлять результаты исследований в виде завершенных научно-исследовательских разработок: отчета по научно-исследовательской работе, тезисов докладов, научных статей, курсовых работ и проектов, магистерской диссертации.
1.12	10. Научить научной объективности, аккуратности и точности в выполнении расчётов и экспериментов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б2.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Machine learning сложных систем и квантовой материи	
2.1.2	Методы диаграммной техники и континуального интегрирования	
2.1.3	Нанопотоника	
2.1.4	Научно-исследовательская работа	
2.1.5	Плазмоника и метаматериалы	
2.1.6	Сверхпроводящие метаматериалы для сверхвысокочастотных и терагерцевых устройств	
2.1.7	Сверхпроводящие цепи и кубиты	
2.1.8	Современные квантовые технологии в полупроводниковой электронике	
2.1.9	Физика жидкокристаллических мембран	
2.1.10	Введение в современные квантовые технологии ч.2	
2.1.11	Квантовая физика твердого тела	
2.1.12	Квантово-механическое моделирование материалов	
2.1.13	Квантовые сенсоры и квантовая метрология	
2.1.14	Лабораторный практикум по квантовой фотонике и криптографии	
2.1.15	Методы исследования материалов	
2.1.16	Неравновесная квантовая механика одноэлектронных устройств	
2.1.17	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Научно-исследовательская практика	
2.1.18	Спектроскопические методы анализа материалов	
2.1.19	Технологии получения материалов	
2.1.20	Введение в современные квантовые технологии ч.1	
2.1.21	Квантовая криптография и связь	
2.1.22	Квантовая механика и статистика наночастиц	
2.1.23	Математика квантовых технологий	
2.1.24	Нелинейная физика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области квантовой физики
Знать:
ПК-1-31 Законы общей и теоретической физики
ПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические исследования физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций.
Знать:
ПК-2-31 Основной теоретический материал с требуемой степенью научной точности и полноты, необходимый для решения поставленной задачи
Уметь:
ПК-2-У1 Использовать знания в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области квантовой физики
Уметь:
ПК-1-У1 Анализировать результаты и представлять их в виде законченных научно-исследовательских разработок
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 Использовать известные способы и научные результаты для решения новых проблем в области квантовой физики
ОПК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки для решения сложных задач, выполнения сложного проектирования, а также проведения комплексных исследований, знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями
Уметь:
ОПК-4-У1 Корректно поставить задачу, построить модель и выбрать метод исследования
ПК-3: способность планировать и осуществлять комплексные экспериментальные и теоретические исследования в области квантовых технологий
Владеть:
ПК-3-В1 Навыками практического использования методов физики для решения практических задач
ПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические исследования физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций.
Владеть:
ПК-2-В1 Основные методы проведения исследований
ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области квантовой физики
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
ОПК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки для решения сложных задач, выполнения сложного проектирования, а также проведения комплексных исследований, знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями
Владеть:
ОПК-4-В1 Методикой планирования и разработки научного эксперимента

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Подготовительный этап							
1.1	Инструктаж по технике безопасности /Ср/	4	30	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
1.2	Основные методы защиты при чрезвычайных ситуациях; инструктаж по технике безопасности. /Ср/	4	30	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
1.3	Обобщение результатов научно - исследовательской работы, обоснование выбора методов и методик исследования. Описание экспериментальной установки. /Ср/	4	20	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л1.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
	Раздел 2. Экспериментальный этап							
2.1	Изучение современной приборной базы и методов проведения исследования /Ср/	4	30	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
2.2	Изучение нормативных баз, стандартов, норм безопасности /Ср/	4	20	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
2.3	Изучение вопросов проведения комплексных исследований /Ср/	4	20	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
2.4	Обобщение результатов итоговых экспериментов, составление выводов /Ср/	4	80	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э2 Э3 Э4			

2.5	Получение теоретических и практических данных для решения профессиональных задач /Ср/	4	88	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э5			
2.6	Поиск литературы и экспериментальных методов для решения поставленных профессиональных задач /Ср/	4	60	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
2.7	Получение экспериментальных и/или теоретических данных. Обработка и систематизация данных. /Ср/	4	80	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	Раздел 3. Заключительный этап: подготовка отчета							
3.1	Представление полученной информации и результатов практической деятельности в форме отчета. /Ср/	4	82	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	зачёт с оценкой	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> Сформулируйте принципы организации научно-исследовательских и инновационных работ. Используемая методика в исследовании. Назовите проблемные ситуации при выполнении комплексных исследований. Какие технические решения были использованы при выполнении научно-исследовательской работы? Были ли альтернативные решения? Какие документы вели при выполнении научно-исследовательской работы? Какие базы данных были использованы при выполнении научно-исследовательской работы? Какие проблемные ситуации возникали при выполнении научно-исследовательско работы? Какая приборная база, необходимая для проведения экспериментальных исследований, использована в Вашей работе? Какие литературные источники были использованы в Вашей работе? Принцип работы используемой установки

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	отчет по практике	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-31;ПК-3-В1	<p>Примерная структура отчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> - титульный лист; - аналитический обзор литературы; - методы и методики исследования; - результаты - список использованных источников. <p>В литературном обзоре проводится анализ предыдущих работ на заданную тему. По итогам аналитического обзора литературы формируется цель и задачи работы.</p> <p>В разделе «методы и методики исследования» приводится описание методов и методик экспериментальных и теоретических исследований.</p> <p>В результатах и их обсуждении содержатся ответы на поставленные цели и задачи работы, обучающийся должен провести анализ своей деятельности, показать результаты выполнения индивидуального задания путем приведения иллюстративного материала и его анализа (таблицы и графики, их описание и обсуждение, сопоставление с литературными данными).</p> <p>Выводы пишется на основе изученного материала. Содержит ответы на поставленные во введении задачи. Включает все полученные в основной части выводы. Можно включить оценку собственной работе и дать рекомендации по улучшению работы.</p> <p>Учебно-методическое сопровождение практики по решению заведующего кафедрой может быть реализовано с применением ЭОР «Canvas», в котором размещаются следующие материалы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программа практики; - индивидуальное задание на практику; - методические рекомендации и дополнительные материалы: электронные версии учебников, пособий и т.д.; - требования к отчету по практике
----	-------------------	---	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Отлично

- обучающийся демонстрирует системность и глубину знаний, полученных при прохождении практики;
- стилистически грамотно, логически правильно излагает ответы на вопросы;
- дает исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы по темам, предусмотренным программой практики.

Хорошо

- обучающийся демонстрирует достаточную полноту знаний в объеме программы практики, при наличии лишь незначительных неточностей в изложении ответов на основные и дополнительные вопросы;
- владеет необходимой для ответа терминологией;
- недостаточно полно раскрывает сущность вопроса;
- допускает незначительные ошибки, но исправляется при наводящих вопросах.

Удовлетворительно

- обучающийся демонстрирует достаточные знания по основным вопросам программы практики и допускает неточности по остальным вопросам;
- обучающийся использует специальную терминологию, но допускает 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые при наводящих вопросах преподавателя может исправить;
- способен самостоятельно анализировать материал, раскрывает сущность решаемой проблемы только при наводящих вопросах преподавателя.

Неудовлетворительно

- обучающийся демонстрирует фрагментарные знания в рамках программы практики;
- не владеет минимально необходимой терминологией;
- допускает грубые логические ошибки, отвечая на вопросы преподавателя, которые не может исправить самостоятельно.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ашкрофт Н., Мермин Н.	Физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1979
Л1.2	Ашкрофт Н., Мермин Н.	Физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1978
Л1.3	Абрикосов А. А.	Основы теории металлов: Для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1987
Л1.4	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.3: Квантовая механика. Нерелятивистская теория	Библиотека МИСиС	, 1989
Л1.5	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.5: Статистическая физика	Библиотека МИСиС	, 1964
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лифшиц И. М., Азбель М. Я., Каганов М. И.	Электронная теория металлов: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1971
Л2.2	Кушниренко А. Н.	Введение в квантовую теорию поля	Электронная библиотека	Москва: Высшая школа, 1971
Л2.3	Бабайцев И. В., Мастрюков Б. С., Медведев В. Т., др., Мастрюков Б. С.	Безопасность жизнедеятельности: учебник	Библиотека МИСиС	М.: Академия, 2012
Л2.4	Арсенкин А. М., Быкова Ю. С., Горшенков М. В., др., Калошкин С. Д.	Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов: учебно-метод. пособие: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Быкова М. Б., Гореева Ж. А., Козлова Н. С., Подгорный Д. А.	Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ, курсовых работ магистров и отчетов по практикам: метод. указания	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2017
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Федеральный портал «Российское образование»		http://edu.ru	
Э2	Открытое образование		http://openedu.ru	
Э3	Российская государственная библиотека		http://www.rsl.ru	
Э4	Электронно-библиотечная система (ЭБС)		www.book.ru	
Э5	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»		www.biblioclub.ru	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	MATLAB			

П.2	MATCAD
П.3	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.4	Microsoft Office
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	Университетская информационная система РОССИЯ https://uisrussia.msu.ru/
И.2	Федеральная служба государственной статистики http://www.gks.ru/
И.3	Портал Электронная библиотека: диссертации http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog/
И.4	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.5	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.6	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.7	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.8	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.9	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.10	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/
И.11	
И.12	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-737	Аудитория для самостоятельной работы	стационарные компьютеры 2 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ, ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНИМ БАЗАМ ПРАКТИК (НИР)

Отчет по итогам практики предоставляется научному руководителю от кафедры. В процессе защиты отчёта о прохождении практики обучающемуся могут задаваться вопросы как практического, так и теоретического характера для выявления полноты сформированности у него компетенций. Оценку по практике определяет интегральный показатель сформированности компетенций.

Проведение производственной практики запланировано в специализированных лабораториях имеющих достаточное вычислительное и экспериментальное оборудование, которые соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ. Отдельные задачи экспериментального раздела могут быть решены с применением оборудования ЦКМ НИТУ "МИСиС", лабораторий "Сверхпроводящие метаматериалы", "Моделирования и разработки новых материалов", а также оборудования кафедры.