

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Н. Л. Королева
«04» июля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.1 Силовой нанотестинг

Направление подготовки/специальность: 03.04.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

Автор программы:

Кандидат физико-математических наук, Шуклинов Алексей Васильевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 - Физика (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 914).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «29» июня 2022 г. Протокол № 10

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «04» июля 2022 г. № 6.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	4
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	16
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	18
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	18

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований и научно-конструкторских разработок), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: фундаментальных и прикладных научно-исследовательских, инновационных и опытно-конструкторских разработок; разработки и внедрения новых технологических процессов производства перспективных материалов (в том числе композитов, нано- и метаматериалов), изделий опто-, микро- и нанoeлектроники, разработки и применения электронных приборов и комплексов; мониторинга состояния сложных технических и живых систем и состояния окружающей среды).

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
---	---	-----------------------------------

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Силовой нанотестинг» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 03.04.02 - Физика.

Дисциплина «Силовой нанотестинг» изучается в 2 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа	24
Лекции (Лекции)	8
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	48
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.	Формы текущего контроля
--------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Методы силового нанотестинга	2	4	8	Собеседование; Защита лабораторной работы
2	Основы техники силового нанотестинга	2	4	8	Собеседование; Защита лабораторной работы
3	Информационные возможности силового нанотестинга	1	2	8	Собеседование; Защита лабораторной работы; Тестирование
4	Методики извлечения данных и определения физических характеристик	1	2	8	Собеседование; Защита лабораторной работы
5	Физические модели	1	2	8	Собеседование; Защита лабораторной работы
6	Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности	1	2	8	Собеседование; Защита лабораторной работы; Тестирование

Тема 1. Методы силового нанотестинга

Лекция.

Методы силового нанотестинга. Атомно-силовая микроскопия. Наноиндентирование. Нано ДМС. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

1. Практические занятия на научно-исследовательском оборудовании для нанотестинга.
2. Решение задач по пройденному материалу.

Лабораторное занятие

Изучение принципов работы атомно-силового микроскопа

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Самостоятельное изучение конспектов лекций.
2. Самостоятельное решение задач по пройденному материалу.

Тема 2. Основы техники силового нанотестинга

Лекция.

Основы техники силового нанотестинга. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга. Атомно-силовые микроскопы. Наноиндентометры. Устройства для проведения испытаний ДМС и одноосного растяжения/сжатия в нанообъеме.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

1. Практические занятия на научно-исследовательском оборудовании для нанотестинга.
2. Решение задач по пройденному материалу.

Лабораторное занятие

Изучение основных режимов работы атомно-силового микроскопа

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Самостоятельное изучение конспектов лекций.
2. Самостоятельное решение задач по пройденному материалу.

Тема 3. Информационные возможности силового нанотестинга

Лекция.

Информационные возможности силового нанотестинга. Характеристики материала определяемые с помощью различных методик силового нанотестинга.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

1. Практические занятия на научно-исследовательском оборудовании для нанотестинга.
2. Решение задач по пройденному материалу.

Лабораторное занятие

Изучение методик регистрации рельефа поверхности в контактном режиме работы атомно-силового микроскопа

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Самостоятельное изучение конспектов лекций.
2. Самостоятельное решение задач по пройденному материалу.

Тема 4. Методики извлечения данных и определения физических характеристик

Лекция.

Методики извлечения данных и определения физических характеристик. Анализ диаграмм нагружения при наноиндентировании. Коррекции результатов тестирования при наноиндентировании.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

1. Практические занятия на научно-исследовательском оборудовании для нанотестинга.
2. Решение задач по пройденному материалу.

Лабораторное занятие

Исследование механических характеристик одномерных объектов.

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Самостоятельное изучение конспектов лекций.
2. Самостоятельное решение задач по пройденному материалу.

Тема 5. Физические модели

Лекция.

Физические модели. Задача Герца. Пластическая деформация и разрушение материала при локальном деформировании. Механизмы пластической деформации в условиях локального нагружения. Устойчивое и неустойчивое пластическое течение в процессе локального деформирования. Причины специфики механических свойств материалов в динамических наноконтактах.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

1. Практические занятия на научно-исследовательском оборудовании для нанотестинга.
2. Решение задач по пройденному материалу.

Лабораторное занятие

Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Самостоятельное изучение конспектов лекций.
2. Самостоятельное решение задач по пройденному материалу.

Тема 6. Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности

Лекция.

Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности. Масштабные эффекты в механических свойствах материалов. Скоростные эффекты в механических свойствах материалов. Сопоставление данных испытания механических свойств методами силового нанотестинга и одноосного растяжения / сжатия в макрообъеме.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

1. Практические занятия на научно-исследовательском оборудовании для нанотестинга.
2. Решение задач по пройденному материалу.

Лабораторное занятие

Исследование топографии поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в контактном режиме

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Самостоятельное изучение конспектов лекций.
2. Самостоятельное решение задач по пройденному материалу.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 40 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Методы силового нанотестинга	Собеседование	3	<p>3 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
2.	Основы техники силового нанотестинга	Собеседование	3	<p>3 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

		Защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
3.	Информационные возможности силового нанотестинга	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	Тестирование представляет собой тест из 10 заданий за правильное выполнение каждого из них студент получает 1 балл

4.	Методики извлечения данных и определения физических характеристик	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
5.	Физические модели	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>

6.	Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	Тестирование представляет собой тест из 10 заданий за правильное выполнение каждого из них студент получает 1 балл
7.	Посещаемость		10	<p>10 баллов – студент посетил все 100% занятий</p> <p>7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий</p> <p>4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий</p> <p>1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий</p> <p>Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p>
8.	Премияльные баллы		20	<p>Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены:</p> <ul style="list-style-type: none"> - постоянная активность во время практических занятий – 5 баллов; - участие в проектах – 5 баллов; - участие в конференциях – 10 баллов.
9.	Ответ на экзамене		30	<p>10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»</p> <p>18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»,</p> <p>25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».</p>
10.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		20	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
11.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Защита лабораторной работы

Тема 1. Методы силового нанотестинга

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты атомно-силового микроскопа и их назначение.
2. Поясните устройство и принцип действия силового сенсора.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта на примере кварца и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Как осуществляется перемещение по трем координатам с помощью трубчатого сканера?
4. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение.
5. От каких физических характеристик зонда и образца зависит величина туннельного тока?
6. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
7. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
8. Как проявляется влияние наличия адсорбционного слоя на поверхности образца на взаимодействие зонда и поверхности?

Тема 2. Основы техники силового нанотестинга

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты атомно-силового микроскопа и их назначение.
2. Поясните устройство и принцип действия силового сенсора.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта на примере кварца и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Как осуществляется перемещение по трем координатам с помощью трубчатого сканера?
4. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение.
5. От каких физических характеристик зонда и образца зависит величина туннельного тока?
6. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
7. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
8. Как проявляется влияние наличия адсорбционного слоя на поверхности образца на взаимодействие зонда и поверхности?

Тема 3. Информационные возможности силового нанотестинга

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты атомно-силового микроскопа и их назначение.
2. Поясните устройство и принцип действия силового сенсора.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта на примере кварца и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Как осуществляется перемещение по трем координатам с помощью трубчатого сканера?
4. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение.
5. От каких физических характеристик зонда и образца зависит величина туннельного тока?

6. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
7. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
8. Как проявляется влияние наличия адсорбционного слоя на поверхности образца на взаимодействие зонда и поверхности?

Тема 4. Методики извлечения данных и определения физических характеристик

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты атомно-силового микроскопа и их назначение.
2. Поясните устройство и принцип действия силового сенсора.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта на примере кварца и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Как осуществляется перемещение по трем координатам с помощью трубчатого сканера?
4. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение.
5. От каких физических характеристик зонда и образца зависит величина туннельного тока?
6. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
7. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
8. Как проявляется влияние наличия адсорбционного слоя на поверхности образца на взаимодействие зонда и поверхности?

Тема 5. Физические модели

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты атомно-силового микроскопа и их назначение.
2. Поясните устройство и принцип действия силового сенсора.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта на примере кварца и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Как осуществляется перемещение по трем координатам с помощью трубчатого сканера?
4. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение.
5. От каких физических характеристик зонда и образца зависит величина туннельного тока?
6. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
7. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
8. Как проявляется влияние наличия адсорбционного слоя на поверхности образца на взаимодействие зонда и поверхности?

Тема 6. Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты атомно-силового микроскопа и их назначение.
2. Поясните устройство и принцип действия силового сенсора.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта на примере кварца и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Как осуществляется перемещение по трем координатам с помощью трубчатого сканера?
4. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение.
5. От каких физических характеристик зонда и образца зависит величина туннельного тока?

6. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
7. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
8. Как проявляется влияние наличия адсорбционного слоя на поверхности образца на взаимодействие зонда и поверхности?

Собеседование

Тема 1. Методы силового нанотестинга

Типовые вопросы для собеседования

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тема 2. Основы техники силового нанотестинга

Типовые вопросы для собеседования

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тема 3. Информационные возможности силового нанотестинга

Типовые вопросы для собеседования

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тема 4. Методики извлечения данных и определения физических характеристик

Типовые вопросы для собеседования

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.

4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тема 5. Физические модели

Типовые вопросы для собеседования

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тема 6. Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности

Типовые вопросы для собеседования

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тестирование

Тема 3. Информационные возможности силового нанотестинга

Типовые вопросы для теста

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

Тема 6. Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности

Типовые вопросы для теста

1. Методы силового нанотестинга.
2. Основы техники силового нанотестинга.
3. Атомно-силовая микроскопия.
4. Наноиндентирование.
5. Нано ДМС.
6. Одноосное растяжение/сжатие в нанобъеме.
7. Учебное и научно-исследовательское оборудование для силового нанотестинга.
8. Информационные возможности силового нанотестинга.
9. Методики извлечения данных и определения физических характеристик.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета

Типовые вопросы экзамена

1. Анализ диаграмм нагружения при наноиндентировании.
2. Физические модели.
3. Коррекции результатов тестирования при наноиндентировании.
4. Практические применения и примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств поверхности.
5. Устойчивое и неустойчивое пластическое течение в процессе локального деформирования.
6. Механизмы пластической деформации в условиях локального нагружения.
7. Фазовые переходы при локальном деформировании.

Типовые задания для зачета

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)		
«не зачтено» (0 - 49 баллов)		

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы:
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. - М.: Машиностроение, 2007. - 493 с.
2. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности. - М.: Машиностроение, 2009. - 311 с.

6.2 Иные источники:

1. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
4. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - www.monographies.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
2. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
3. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
4. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
5. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
6. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
8. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
9. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.