

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.02.2 Наноструктуры и нанотехнологии

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).....	17
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	19
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	19

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 «Наноструктуры и нанотехнологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 03.04.02 - Физика.

Дисциплина «Наноструктуры и нанотехнологии» 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	Фундаментальные основы нанотехнологии	2	4	8	Опрос; Защита лабораторной работы
2	Экспериментальные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур	2	4	8	Опрос; Защита лабораторной работы
3	Зондовые нанотехнологии: туннельная и атомно-силовая микроскопия	1	2	8	Опрос; Защита лабораторной работы; Тестирование
4	Классификация и методы получения наноматериалов	1	2	8	Опрос; Защита лабораторной работы
5	Нанозлектроника	1	2	8	Опрос; Защита лабораторной работы
6	Наноприборы, наномашин, наносистемы	1	2	8	Опрос; Защита лабораторной работы; Тестирование

Тема 1. Фундаментальные основы нанотехнологии

Лекция.

Роль свободных и внутренних поверхностей. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах. Нарушение закона Холла-Петча в наномасштабе. Увеличение отношения поверхности частицы к ее объему в наномасштабе и рост роли поверхностных сил (адгезионных, электростатических, капиллярных) при одновременном падении объемных (гравитационных, инерционных, магнитных). Размерные эффекты - зависимость кинетических параметров от размеров образца: длина свободного пробега, длина экранирования, толщина скин-слоя, диффузионная длина и т.д. Эффекты самоорганизации и самосборки в наномасштабе. Квантовые эффекты. Энергетический спектр квантовых точек. Лазеры на квантовых точках.

Задания для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

Тема 2. Экспериментальные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур

Лекция.

Задачи микроструктурного анализа: исследование морфологии (топологическое устройство, размеры и формы зерен, пор, отдельных фаз), химического состава отдельных фаз, зерен, структурных составляющих и атомно-молекулярная структура (кристаллографический порядок в каждой фазе, т.е. тип решетки, ее параметры, ориентация, спектр структурных дефектов и т.п.). Микроскопия (электронная просвечивающая и растровая, сканирующая зондовая и др.). Дифрактометрия (рентгеновская, электронная, нейтронная). Спектрометрия (оптическая, инфракрасная, рамановская, рентгено-эмиссионная, фотоэлектрическая и др. Радио- и масс-спектрометрия).

Задания для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

Тема 3. Зондовые нанотехнологии: туннельная и атомно-силовая микроскопия

Лекция.

Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая зондовая микроскопия. Магнитно-силовая зондовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев. Основы техники наноиндентирования. Информативные возможности наноиндентирования. Примеры использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойств материалов в наномасштабе.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

Тема 4. Классификация и методы получения наноматериалов

Лекция.

Общие положения и классификация. Наноматериаловедение. Подходы к разработке новых и улучшению характеристик традиционных материалов. Методы исследования микроструктуры на разных масштабно-временных уровнях. Техника компьютерного моделирования, анализа и дизайна материалов с использованием аппарата квантовой механики, методов молекулярной динамики, конечных элементов, динамики структурных дефектов и др. Наночастицы и нанопорошки. Объемные наноструктурированные материалы. Фуллерены и их производные, нанотрубки. Нанокompозитные материалы. Нанопористые материалы. Функциональные материалы. Высокотемпературные сверхпроводники. Магнитные материалы. Материалы с гигантским и колоссальным магнитосопротивлением. Материалы со специальными механическими свойствами. Текстильные наноматериалы. Интеллектуальные материалы. Тонкие пленки и покрытия. Полимерные, биологические и биосовместимые материалы.

Задания для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

Тема 5. Нанoeлектроника

Лекция.

Основные функции нанoeлектроники. Фундаментальные пределы миниатюризации. Основные материалы и технологии. Нанолитография. Основные компоненты микросхем. Логические и запоминающие ячейки. Связи и соединения, передача данных. Системы долговременной памяти. Микроэлектроника «рядом с кремнием». Нанoeлектроника на нанотрубках. Квантовые устройства. Молекулярная электроника. Спинтроника.

Задания для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

Тема 6. Наноприборы, наномашин, наносистемы

Лекция.

Лекция. Микро-/наноэлектромеханические системы, МЭМС/НЭМС (MEMS/NEMS в английском языке); микрохимическая аналитическая лаборатория на одном чипе (m-lab); универсальная аналитическая лаборатория (m-TAS), оптико-электромеханические системы. Аналитические лаборатории для жидких сред - искусственный язык, а для газообразных - искусственный нос. Основы конструирования и методов изготовления изделий, содержащих механизмы и детали субмикронных и нанометровых размеров, поведение конструкционных материалов в наношкале. Особенности механики в наношкале. Гидродинамика наножидкостей. Нанотрибология. Сухое трение в атомарной шкале. Трение в условиях жидкостной смазки. Износ в наношкале. Компьютерное моделирование трения и износа в атомарной шкале. Технологии производства микро-/ наноприборов и машин. Сенсоры: мембранные, тактильные, для регистрации ускорения, вибрации, ударов, бесконтактные оптические сенсоры, струнные, консольно-балочные. Актуаторы, манипуляторы, двигатели в наношкале. Элементы микрогидравлики. Интегрированные системы и инерциальные приборы. Оптикомеханические и радиотехнические МЭМС. Проект Millipede. Медицинская нанотехника и бионанотехнологии. Интеллектуальные наносистемы..

Задания для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 30 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 15 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.	Фундаментальные основы нанотехнологии	Опрос	2	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2 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>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.	Экспериментальные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур	Опрос	2	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2 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>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.	Зондовые нанотехнологии: туннельная и атомно-силовая микроскопия	Опрос	2	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2 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>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>
		Тестирование(контрольный срез)	15	<p>Тестирование представляет собой тест из 15 вопросов за каждое правильно выполненное задание студент получает 1 балл</p>

4.	Классификация и методы получения наноматериалов	Опрос	2	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2 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>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>

5.	Нанoeлектроника	Опрос	2	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2 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>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>

6.	Наноприборы, наномашины, наносистемы	Опрос	2	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2 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>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>
		Тестирование(контрольный срез)	15	Тестирование представляет собой тест из 15 вопросов за каждое правильно выполненное задание 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. Фундаментальные основы нанотехнологии

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Тема 2. Экспериментальные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Тема 3. Зондовые нанотехнологии: туннельная и атомно-силовая микроскопия

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Тема 4. Классификация и методы получения наноматериалов

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?

3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Тема 5. Нанoeлектроника

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Тема 6. Наноприборы, наномашины, наносистемы

Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Опрос

Тема 1. Фундаментальные основы нанотехнологии

Типовые задания для фронтального опроса

1. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах.
2. Эффекты самоорганизации и самосборки в наношкале.
3. Лазеры на квантовых точках.
4. Микроскопия.
5. Дифрактометрия.
6. Спектрометрия
7. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
8. Наноматериаловедение.

Тема 2. Экспериментальные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур

Типовые задания для фронтального опроса

1. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах.
2. Эффекты самоорганизации и самосборки в наношкале.
3. Лазеры на квантовых точках.
4. Микроскопия.
5. Дифрактометрия.
6. Спектрометрия
7. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
8. Наноматериаловедение.

Тема 3. Зондовые нанотехнологии: туннельная и атомно-силовая микроскопия

Типовые задания для фронтального опроса

1. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах.

2. Эффекты самоорганизации и самосборки в наношкале.
3. Лазеры на квантовых точках.
4. Микроскопия.
5. Дифрактометрия.
6. Спектрометрия
7. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
8. Наноматериаловедение.

Тема 4. Классификация и методы получения наноматериалов

Типовые задания для фронтального опроса

1. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах.
2. Эффекты самоорганизации и самосборки в наношкале.
3. Лазеры на квантовых точках.
4. Микроскопия.
5. Дифрактометрия.
6. Спектрометрия
7. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
8. Наноматериаловедение.

Тема 5. Нанoeлектроника

Типовые задания для фронтального опроса

1. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах.
2. Эффекты самоорганизации и самосборки в наношкале.
3. Лазеры на квантовых точках.
4. Микроскопия.
5. Дифрактометрия.
6. Спектрометрия
7. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
8. Наноматериаловедение.

Тема 6. Наноприборы, наномашины, наносистемы

Типовые задания для фронтального опроса

1. Гомогенное и гетерогенное зарождение зародышей новой фазы при фазовых переходах.
2. Эффекты самоорганизации и самосборки в наношкале.
3. Лазеры на квантовых точках.
4. Микроскопия.
5. Дифрактометрия.
6. Спектрометрия
7. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
8. Наноматериаловедение.

Тестирование

Тема 3. Зондовые нанотехнологии: туннельная и атомно-силовая микроскопия

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

Тема 6. Наноприборы, наномашины, наносистемы

1. Дайте формулировку закона Холла-Петча.
2. Каково предельное разрешение оптической, атомно-силовой, электронной микроскопии?
3. Какие основные типы инденторов Вы знаете?
4. Каковы основные источники погрешности при определении коэффициента трения материала с использованием нанотрибоиндентометра?

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета

Вопросы для экзамена

1. Основные функции нанoeлектроники.
2. Логические и запоминающие ячейки.
3. Нанoeлектроника на нанотрубках.
4. Микро-/нанoeлектромеханические системы.
5. Фуллерены и их производные, нанотрубки.
6. Интеллектуальные материалы.

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. Наномир без формул. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 543 с.
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 653 с.
3. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. - М.: Машиностроение, 2007. - 493 с.
4. Головин Ю.И. Зондовые нанотехнологии. - [Тамбов]: Изд-во ТГУ, 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD).
5. Головин Ю.И. Наноэлектроника : электрон. пособие. - [Тамбов]: Изд-во ТГУ, 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD).

6.2 Дополнительная литература:

1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию : Учеб. пособие. - М.: Машиностроение-1, 2003. - 110 с.
2. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография. - 2-е изд., испр.. - Москва: Физматлит, 2009. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859>
3. Щука А. А., Сигов А. С. Наноэлектроника : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 297 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451228>
4. Рамбиди Н.Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 255 с.

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