МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Б1.Б.22

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016
Автор(ы): Гайнутдинов Р.Х. , Хамадеев М.А.
Рецензент(ы): Нефедьев Л.А.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Калачев А. А.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Гайнутдинов Р.Х. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Renat.Gainutdinov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Хамадеев М.А. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Marat.Khamadeev@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-1	способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий
ПК-15	готовность к участию в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии, нано- и микросистемной техники
ПК-16	готовность к эксплуатации и сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
ПК-2	готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано-и микросистемной техники
ПК-4	способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
ПК-6	готовность рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения
ПК-8	готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники
ПК-9	готовность использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований промышленного производства компонентов нано- и микросистемной техники техники

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- классификацию и содержание методов анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем;
- алгоритм применения изученных методов в зависимости от объекта исследования

Должен уметь:

- правильно подбирать методы анализа и контроля в зависимости от объекта исследования;
- использовать методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем;
- определять конкретную профессиональную задачу, собирать необходимую исходную информацию в периодической литературе, на основе анализа сформулировать последовательность решения задачи.

Должен владеть:

- методикой работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- системного научного анализа профессиональных проблем нанотехнологии различного уровня сложности

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к использованию методов анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем и на практике

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.22 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.
Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7, 8 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 189 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 81 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 81 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре; отсутствует в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в предмет	6	2	2	0	0
2.	Тема 2. Физика низкоразмерных структур	6	4	4	0	0
3.	Тема 3. Низкоразмерные углеродные структуры	6	2	2	0	0
4.	Тема 4. Нанороботы и наномашины	6	2	2	0	0
5.	Тема 5. Наноплазмоника	6	4	4	0	0
6.	Тема 6. Метаматериалы	6	4	4	0	0
7.	Тема 7. Фотонные кристаллы.	6	2	2	0	0
8.	Тема 8. Дисперсионные соотношения	6	2	2	0	0
9.	Тема 9. Методы расчета оптических свойств периодических наноструктур.	6	2	2	0	0
10.	Тема 10. Метод плоских волн для 2-х и 3-хмерных фотонных кристаллов	6	2	2	0	0
11.	Тема 11. Метод матриц переноса	6	2	2	0	0
12.	Тема 12. Одномерный фотонный кристалл	6	2	2	0	0
13.	Тема 13. Метод конечных разностей во временной области	6	2	2	0	0
14.	Тема 14. Метод связанных мод в пространстве Фурье	6	2	2	0	0
15.	Тема 15. Плотность фотонных состояний	6	2	2	0	36
16.	Тема 16. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на оптической спектроскопии	7	4	7	12	7

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
17.	Тема 17. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на недеструктивной лазерной дифракции	7	4	7	12	7
18.	Тема 18. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на основе рассеяния света	7	5	7	12	7
19.	Тема 19. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на сканирующей зондовой микроскопии	7	5	6	0	6
20.	Тема 20. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 1	8	0	9	9	9
21.	Тема 21. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 2	8	0	9	9	9
	Итого		54	81	54	81

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в предмет

Понятие наноструктурированных материалов и систем. Классификация наноструктурированных материалов и систем. Связь наноструктурированных материалов и систем с нанотехнологиями и наноматериалами. История появления. Подходы "сверху-вниз" и "снизу-вверх" к синтезу наночастиц и наноматериалов.

Тема 2. Физика низкоразмерных структур

Полупроводниковый гетеропереход. Иерархия понятий. Размерное квантование и квантово-размерные структуры. Типы квантоворазмерных структур. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Трансформация энергетического спектра элементарных наноструктур. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Проблемы технологии квантово-размерных структур.

Тема 3. Низкоразмерные углеродные структуры

Структуры на основе углерода. Аллотропия. Особенности С-С связи. Алмаз, графит, графен. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Получение углеродных наноструктур. Механические, электрические и химические свойства углеродных наноструктур. Интеркалированные нанотрубки. Неуглеродные шарообразные молекулы. Графен.

Тема 4. Нанороботы и наномашины

Основные определения и история вопроса. Принципы построения наномеханизмов. Теория нанороботов и наномашин. Предполагаемые варианты конструкций нанороботов. Потенциальная сфера применений. Нанороботы в массовой культуре. Легирование фуллеренов. Сверхпроводимость. Методы получения и разделения фуллеренов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 5. Наноплазмоника

Основы плазмоники. Электромагнитные свойства металлов. Поверхностные плазмон-поляритоны на границе раздела металл-диэлектрик. Возбуждение поверхностных плазмон-поляритонов на плоских границах раздела сред. Локализованные поверхностные плазмоны. Применение плазмонов. Преодоление дифракционного предела

Тема 6. Метаматериалы

Определение и основные понятия. Классификация. Отрицательный коэффициент преломления. Основы эффекта. История открытия. ?Правые? и ?Левые? изотропные среды. Перенос энергии правой и левой волнами. Дисперсия левой среды. Примеры распространения волны в левой среде. Возможные приложения. Суперлинза. Плащ-невидимка

Тема 7. Фотонные кристаллы.

Определение. Интерференция в тонких пленках. Одномерные, двумерные и трехмерные фотонные кристаллы. Фотонные запрещенные зоны. История открытия. Работа Элая Яблоновича и Сиджива Джона. Яблоновит. Примеры фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы в природе. Полезные свойства запрещенных зон и приложения.

Тема 8. Дисперсионные соотношения

Дисперсионные соотношения фотона в среде фотонного кристалла. Связь ?энергия-импульс? электрона в обычных кристаллах. Расширенная зонная схема. Схема приведенных зон. Периодическая зонная схема. Зонные диаграммы. Стоячие волны как источник запрещенных зон. Комплесный волновой вектор.

Тема 9. Методы расчета оптических свойств периодических наноструктур.

Методы расчета оптических свойств периодических наноструктур. Состояния света в фотонном кристалле. Общие соображения. Теорема Флоке. Теорема Блоха. Блоховская структура. Поляризация. Метод плоских волн. Одномерный случай. Двух- и четырехкомпонентные приближения. Восьмикомпонентное приближение.

Тема 10. Метод плоских волн для 2-х и 3-хмерных фотонных кристаллов

Метод плоских волн для 2-хмерных фотонных кристаллов. Метод плоских волн для 3-хмерных фотонных кристаллов. Примеры. Новые эффекты на особенностях дисперсионных соотношений. Эффект суперпризмы. Медленный свет. Отрицательная рефракция на фотонных кристаллах. Математический пакет MIT Photonic-Bands

Тема 11. Метод матриц переноса

Метод матриц переноса. Нормальное падение. Матрицы 2x2. Дефектные моды. Матрицы, соответствующие слоям и границам. Падение под углом. Матрицы 4x4. Учет поглощения. Учет неидеальности. Магнитные фотонные кристаллы. Фотонные кристаллы с наночастицами. Плазмонный резонанс. Недиагональные матричные элементы

Тема 12. Одномерный фотонный кристалл

Одномерный фотонный кристалл: мультислой. Transverse Electric поляризация. Transverse Magnetic поляризация. Конечное диэлектрическое зеркало. Случай оптического волновода. Полубесконечное диэлектрическое зеркало. Бесконечный периодический мультислой. Теорема блоха и дисперсионные соотношения.

Тема 13. Метод конечных разностей во временной области

Метод конечных разностей во временной области (FDTD). Постановка задачи для вычисления распределения поля. Метод конечных разностей во временной области. Разностный вид уравнений Максвелла. Определение диэлектрической функции. Определение начальных и граничных условий. Устойчивость метода FDTD. Примеры расчетов.

Тема 14. Метод связанных мод в пространстве Фурье

Метод связанных мод в пространстве Фурье (RCWA). Уравнения Максвелла в усеченном пространстве Фурье. Нахождение собственных волн каждого слоя. Сшивка решений на границах слоев. Метод множественных мультиполей (MMM). Разложение в ряд по аналитическим решениям уравнений Максвелла. Сходимость потенциала на границах.

Тема 15. Плотность фотонных состояний

Одномерный фотонный кристалл: мультислой. Transverse Electric поляризация. Transverse Magnetic поляризация. Конечное диэлектрическое зеркало. Случай оптического волновода. Полубесконечное диэлектрическое зеркало. Бесконечный периодический мультислой. Теорема блоха и дисперсионные соотношения.

Тема 16. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на оптической спектроскопии

Особенности прохождения света через среду фотонного кристалла. Спектры пропускания. Спектры отражения от поверхности и от подложки. Закон Брегга-Вульфа. Дифракционные эффекты в оптических спектрах. Люминесценция атомов, помещенных в среду фотонного кристалла. Оптические потери в среде фотонного кристалла.

Тема 17. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на недеструктивной лазерной дифракции

Одномерные, двумерные и трехмерные дифракционные решетки. Экспериментальная схема наблюдения дифракции монохроматического пучка на структуре фотонного кристалла. Дифракция на бездефектном фотонном кристалле. Дифракция на фотонном кристалле с дефектами и неоднородностями. Влияние типа упаковки.

Тема 18. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на основе рассеяния света

Основные принципы анализа размеров частиц. Вопрос о том, что такое частица. Проблематика размера частиц. Эквивалентная сфера. Различные методы анализа - разные средние. Методы определения размеров наночастиц, взвешенных в растворе. Статическое и динамическое рассеяние света. Броуновское движение. Уравнение Стокса-Эйнштейна. От рассеянного света к коэффициенту диффузии.

Тема 19. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на сканирующей зондовой микроскопии

Эволюция методов сканирующей зондовой микроскопии, основные физические принципы. Особенности работы. Обработка полученной информации и восстановление полученных изображений. Методы определения размеров частиц на изображении. Особенности изучения фотонных кристаллов. Фурье анализ. Современные методы.

Тема 20. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 1

Синтез микрочастиц диоксида кремния методом Штобера-Финка. Осаждение микрочастиц методом вертикального осаждения в сушильном шкафу. Анализ размеров микрочастиц методом ДРС. Синтез фотонных кристаллов методом вертикального осаждения. Фотометрическое и атомно-силовое исследование синтезированных образцов.

Тема 21. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 2

Исследование влияния концентрации аммиака, тетроэтоксисилана и воды, температуры, скорости вращения мешалки, длительности гидролиза на характер самосборки микрочастиц диоксида кремния, синтезированных по методу Штобера-Финка. Включает в себя самосборку плёночных опалов из синтезированных частиц методом вертикального осаждения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Наноструктурированные материалы и устройства (Великобритания) - http://www3.imperial.ac.uk/chemistry/research/sections/nanostructuredmaterialsgroup

Национальный центр наноструктурированных материалов (ЮАР) - http://ls-ncnsm.csir.co.za/

Физика наноструктурированных материалов (Австрия) - http://physnano.univie.ac.at/

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
	Текущий контроль		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Письменная работа	ПК-1	1. Введение в предмет 2. Физика низкоразмерных структур 3. Низкоразмерные углеродные структуры 4. Нанороботы и наномашины 5. Наноплазмоника 6. Метаматериалы 7. Фотонные кристаллы. 8. Дисперсионные соотношения 9. Методы расчета оптических свойств периодических наноструктур. 10. Метод плоских волн для 2-х и 3-хмерных фотонных кристаллов 11. Метод матриц переноса 12. Одномерный фотонный кристалл 13. Метод конечных разностей во временной области 14. Метод связанных мод в пространстве Фурье 15. Плотность фотонных состояний
2	Лабораторные работы	ПК-16	7. Фотонные кристаллы.
3	Лабораторные работы	ПК-9	8. Дисперсионные соотношения
	Экзамен		
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ОК-7	16. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на оптической спектроскопии 17. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на недеструктивной лазерной дифракции
2	Лабораторные работы	ОПК-2	18. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на основе рассеяния света 19. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на сканирующей зондовой микроскопии
3	Письменная работа	ПК-1	16. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на оптической спектроскопии 17. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на недеструктивной лазерной дифракции 18. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на основе рассеяния света 19. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на сканирующей зондовой микроскопии
Семестр 8			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-2	20. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 1
2	Письменная работа	ПК-4	20. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 1 21. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 2
3	Лабораторные работы	ПК-8	21. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 2
	Экзамен		

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 6					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Текущий контроль					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2 3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 7					
Текущий контроль					

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Семестр 8					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 3
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

1. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

1. Классификация наноструктур.
2. Характерные особенности нанообъектов.
3. Характеризация функциональных свойств наносистем дифракционными методами.
4. Методы механического, физического, химического диспергирования.
5. Интенсивная пластическая деформация.
6. Механические свойства наносистем.
7. Движущие силы организации наносистем.
8. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах.
9. Магнитные свойства наносистем.
10. Динамика наномагнитов.

Наноструктурированные многослойные материалы с ГМС.

2. Лабораторные работы

Тема 7

Исследование поверхности и стуктурных параметров фотонных кристаллов, синтезированных по методу Штобера-Финка с помощью оптического микроскопа. Работа начинается с калибровки оптического микроскопа с помощью структуры с известным периодом. Для этого используется эталонная дифракционная решетка. Исследование проводится в 100х режиме работы объектива, поэтому на выбранную поверхность капается иммерсионная жидкость. После получения чёткого изображения, оно фотографируется для того, чтобы в последствии студенты могли извлечь из него масштаб рисунка. Затем под объектив кладётся участок фотонного кристалла, содержащий домен достаточной площади, и проводится измерение размеров частиц диоксида кремния с помощью масштабного множителя.

3. Лабораторные работы

Тема 8

Комплексное задание связанное с расчётом зонных структур двух- и трехмерных фотонных кристаллов. Включает в себя знакомство с математическим пакетом MIT Photonic-Bands и принципами работы в нём. Пакет работает на ЭВМ под управлением операционной системы Linux. Для ввода данных используется текстовый файл, составленный в рамках программного синтаксиса, а затем сам пакет с аттрибутом в виде пути этого файла запускается из терминала. Вывод данных также имеет вид текстового файла, содержащего таблицу с результатами расчёта. Студенты должны будут рассчитать таким образом зонные диаграммы, соответствующие синтезированным опалоподобным структурам.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Понятие наноструктурированных материалов и систем. Классификация наноструктурированных материалов и систем. Связь наноструктурированных материалов и систем с нанотехнологиями и наноматериалами.
2. История появления. Подходы "сверху-вниз" и "снизу-вверх" к синтезу наночастиц и наноматериалов.
3. Полупроводниковый гетеропереход. Иерархия понятий. Размерное квантование и квантово-размерные структуры. Типы квантоворазмерных структур. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки.
4. Трансформация энергетического спектра элементарных наноструктур. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Проблемы технологии квантово-размерных структур.
5. Структуры на основе углерода. Аллотропия. Особенности С-С связи. Алмаз, графит, графен. Фуллерены.
6. Углеродные нанотрубки. Получение углеродных наноструктур. Механические, электрические и химические свойства углеродных наноструктур.
7. Основные определения и история вопроса. Принципы построения наномеханизмов. Теория нанороботов и наномашин.
8. Предполагаемые варианты конструкций нанороботов. Потенциальная сфера применений. Нанороботы в массовой культуре.
9. Основы плазмоники. Электромагнитные свойства металлов. Поверхностные плазмон-поляритоны на границе раздела металл-диэлектрик. Возбуждение поверхностных плазмон-поляритонов на плоских границах раздела сред.
10. Локализованные поверхностные плазмоны. Применение плазмонов. Преодоление дифракционного предела
11. Определение и основные понятия. Классификация. Отрицательный коэффициент преломления. Основы эффекта. История открытия. ?Правые? и ?Левые? изотропные среды.
12. Перенос энергии правой и левой волнами. Дисперсия левой среды. Примеры распространения волны в левой среде. Возможные приложения. Суперлинза. Плащ-невидимка
13. Определение. Интерференция в тонких пленках. 1D, 2D, 3D фотонные кристаллы. Фотонные запрещенные зоны.
14. История открытия. Яблоновит. Примеры. Фотонные кристаллы в природе. Полезные свойства запрещенных зон и приложения.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 16, 17

Измерение размеров микрочастиц диоксида кремния методом динамического рассеяния света с помощью спектрометра динамического рассеяния света Photocor Complex. Работа включает в себя пробоподготовку раствора микрочастиц путём подбора правильной концентрации. Раствор переливается в кювету и ставится в анализатор. Управление работой прибора осуществляется с ЭВМ, включая задание начальных условий и вывод результатов измерения.

Измерение параметров фотонных кристаллов методом лазерной дифракции с помощью установки с держателем и полупроводниковым лазером на 532 нм. Работа включает в себя юстировку оптической схемы: источник света (зелёный лазер), коллиматорная система, держатель для образца и измерительная система с гониометром и детектором. Меняя угол положения гониометра и записывая показания приёмника, студенты должны построить распределение интенсивности, из которого извлекаются данные о образце.

2. Лабораторные работы

Темы 18, 19

Измерение параметров фотонных кристаллов методом оптической фотометрии с помощью сканирующего спектрофотометра ультрафиолетовой-видимой области Lambda 35. В работе требуется с помощью спектрофотометра получить спектры пропускания и отражения опалоподобных фотонных кристаллов под различными углами. В обоих случаях фиксируется положение запрещённой зоны, на основе чего строится зависимость квадрата длины волны от квадрата синуса угла. Полученная зависимость аппроксимируется формулой Брегга-Вульфа, откуда извлекаются параметры фотонного кристалла.

Измерение параметров фотонных кристаллов методом атомно-силовой микроскопии с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver PRO SPM P47. В работе студентам требуется провести обработку изображения, полученного на атомно-силовом микроскопе с помощью специального программного обеспечения, и извлечь из обработки параметры фотонного кристалла.

3. Письменная работа

Темы 16, 17, 18, 19

1. Синтез и механизмы роста углеродных нанотрубок.

2. Разделение ОСНТ.
3. Интеркалированные нанотрубки.
4. Легирование фуллеренов.
5. Сверхпроводимость.
6. Методы получения и разделения фуллеренов.
7. Неуглеродные шарообразные молекулы.
8. Графен.
9. Метаматериалы.
10. Плазмоника.

Семестр 8

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 20

В рамках данного практикума студенты учатся самостоятельно проводить синтез микрочастиц диоксида кремния методом Штобера-Финка. Для этого в реакционной колбе смешиваются этиловый спирт, вода, раствор аммиака и тетраэтокисилана в пропорции, которую сообщит инженер. После этого колба ставится на перемешивание. Результат синтеза анализируется с помощью анализатора размеров микрочастиц методом ДРС. После чего происходит синтез фотонных кристаллов методом вертикального осаждения. При возможности проводится фотометрическое и атомно-силовое исследование синтезированных образцов.

2. Письменная работа

Темы 20, 21

1. Методы осаждения.
2. Вертикальный.
3. Естественная седиментация.
4. Центрифугирование.
5. Фильтрование с использованием мембран.
6. Золь-гель технология.
7. Влияние кислотности раствора.
8. Реакция гидролиза.
9. Метод Штобера-Финка.
10. Метод Виньялла.

3. Лабораторные работы

Тема 21

В данной части практикума студенты разбиваются на подгруппы, каждая из которых проводит исследование влияния концентрации аммиака, тетроэтоксисилана и воды, температуры, скорости вращения мешалки либо длительности гидролиза на характер самосборки микрочастиц диоксида кремния, синтезированных по методу Штобера-Финка на выбор преподавателя. Каждое исследование включает в себя серию синтезов и исследований продуктов синтезов методом ДРС, а также самосборку плёночных опалов из синтезированных частиц методом вертикального осаждения. При достаточном качестве образцов, плёнки анализируются методом оптической микроскопии, атомно-силовой микроскопии, спектрофотометрии и лазерной дифракции.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

Плотность фотонных состояний. Плотность фотонных состояний в вакууме и в фотонных кристаллах. Примеры.

Применение плотности состояний. Локальная плотность состояний. Моделирование плотности состояний.

Особенности прохождения света через среду фотонного кристалла. Спектры пропускания. Спектры отражения от поверхности и от подложки. Закон Брегга-Вульфа.

Дифракционные эффекты в оптических спектрах. Люминесценция атомов, помещенных в среду фотонного кристалла.

1-мерные, 2-мерные и 3-мерные дифракционные решетки. Экспериментальная схема наблюдения дифракции монохроматического пучка на структуре фотонного кристалла.

Дифракция на бездефектном фотонном кристалле. Дифракция на фотонном кристалле с дефектами и неоднородностями.

Основные принципы анализа размеров частиц. Вопрос о том, что такое частица. Проблематика размера частиц. Эквивалентная сфера. Различные методы анализа - разные средние.

Методы определения размеров наночастиц, взвешенных в растворе. Статическое и динамическое рассеяние света. Броуновское движение. Уравнение Стокса-Эйнштейна. От рассеянного света к коэффициенту диффузии.

Эволюция методов сканирующей зондовой микроскопии, основные физические принципы. Особенности работы. Обработка полученной информации и восстановление полученных изображений.

Методы определения размеров частиц на изображении. Особенности изучения фотонных кристаллов.

Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на оптической спектроскопии

Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на недеструктивной лазерной дифракции

Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на основе рассеяния света

Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на сканирующей зондовой микроскопии

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2 3	20 20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 7			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1 2	10 10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	5
Семестр 8			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1 3	10 10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	5

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

Кульчин, Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю.Н. Кульчин. - М.: Физматлит, 2015. - 488 с.

https://e.lanbook.com/book/72018#book_name

Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 1 / Салех Б., Тейх М.К., Дербов В.Л. - Долгопрудный:Интеллект, 2012. - 760 с.: 70x100 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-91559-038-9 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/408129

Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 2 / Салех Б., Тейх М.К., Дербов В.Л. - Долгопрудный:Интеллект, 2012. - 784 с.: 70x100 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-91559-135-5 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/408131

7.2. Дополнительная литература:

Пархоменко Ю.Н. и др. Физика и технология приборов фотоники. Солнечная энергетика и нанотехнологии / Пархоменко Ю.Н., Полисан А.А.. Москва : МИСИС, 2013.? 142 с. : https://e.lanbook.com/book/47466#book_name

Гаврилов А.В. и др. Дифракционная нанофотоника / [Гаврилов А. В., Головашкин Д. Л., Досколович Л. Л. и др.] ; под ред. В. А. Сойфер .? Моска : ФИЗМАТЛИТ, 2011 .? 679 с. : ил. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5296

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наноструктурированные материалы и устройства (Великобритания) - http://www3.imperial.ac.uk/chemistry/research/sections/nanostructuredmaterialsgroup

Национальный центр наноструктурированных материалов (ЮАР) - http://ls-ncnsm.csir.co.za/

Статья по наноматериалам - http://en.wikipedia.org/wiki/Nanomaterials

Статья по наноструктурам - http://en.wikipedia.org/wiki/Nanostructure

Физика наноструктурированных материалов (Австрия) - http://physnano.univie.ac.at/

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
лабораторные работы	Перед началом работы с оборудованием внимательно ознакомится с методическими указаниями и четко им следовать. В ходе подготовки к сдаче работы изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает в себя изучение основной литературы, ознакомление с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.
письменная работа	Письменная работа студентов выполняется на практических занятиях и в качестве самостоятельной подготовки вне учебного заведения. Необходимо изучать основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
экзамен	Для успешной подготовки к экзаменам студенту необходимо посещать лекционные, практические занятия, вести конспектирование учебного материала, изучать основную и дополнительную литературу по курсу предмета. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .