

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): ассистент, к.н. Газизов А.Р. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), AlmaRGazizov@kpfu.ru ; ассистент, к.н. Гарифуллин А.И. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), adel-garifullin@mail.ru ; доцент, к.н. Хамадеев М.А. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Marat.Khamadeev@kpfu.ru ; Гайнутдинов Ренат Хамитович

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

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 (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и наноэлектронной техники)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 269 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 88 часа(ов), лабораторные работы - 106 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 3 часа(ов).

Самостоятельная работа - 109 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре; зачет 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в предмет	6	2	0	2	0	0	0	4
2.	Тема 2. Физика низкоразмерных структур	6	3	0	1	0	0	0	4
3.	Тема 3. Низкоразмерные углеродные структуры	6	2	0	1	0	0	0	4
4.	Тема 4. Нанороботы и наномашинны	6	2	0	1	0	0	0	4
5.	Тема 5. Наноплазмоника	6	3	0	1	0	0	0	4
6.	Тема 6. Метаматериалы	6	4	0	1	0	0	0	4
7.	Тема 7. Фотонные кристаллы.	6	2	0	1	0	34	0	4
8.	Тема 8. Дисперсионные соотношения	6	2	0	1	0	0	0	4
9.	Тема 9. Методы расчета оптических свойств периодических наноструктур.	6	2	0	1	0	0	0	4
10.	Тема 10. Метод плоских волн для 2-х и 3-хмерных фотонных кристаллов	6	2	0	1	0	0	0	4
11.	Тема 11. Метод матриц переноса	6	2	0	1	0	0	0	4
12.	Тема 12. Одномерный фотонный кристалл	6	2	0	1	0	0	0	4
13.	Тема 13. Метод конечных разностей во временной области	6	2	0	1	0	0	0	4
14.	Тема 14. Метод связанных мод в пространстве Фурье	6	2	0	1	0	0	0	4
15.	Тема 15. Плотность фотонных состояний	6	2	0	1	0	0	0	3
16.	Тема 16. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на оптической спектроскопии	7	8	0	8	0	12	0	0
17.	Тема 17. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на недеструктивной лазерной дифракции	7	8	0	8	0	12	0	0
18.	Тема 18. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на основе рассеяния света	7	9	0	9	0	10	0	0
19.	Тема 19. Методы исследования наноструктурированных материалов, основанные на сканирующей зондовой микроскопии	7	9	0	9	0	0	0	41
20.	Тема 20. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 1	8	0	0	17	0	17	0	11
21.	Тема 21. Практикум по исследованию фотонных кристаллов, часть 2	8	0	0	17	0	17	0	10
	Итого		68	0	84	0	102	0	121

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

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 наномашин

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.

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. Комплексный 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 неdestructивной 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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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.

Вид работ	Методические рекомендации
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.
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.
зачет	Для успешной подготовки к зачетам 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.
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)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

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 "Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Методы анализа и контроля наноструктурированных
материалов и систем

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Смирнов, В. И. Нанoeлектроника, нанoфотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 268 с. - ISBN 978-5-9729-1244-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2095088> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Козлов, А. А. Фотонные кристаллы из полимерных микросфер : методические указания / А. А. Козлов, А. С. Аксенов. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021. - 40 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/182499> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Усанов, Д. А. Одномерные СВЧ фотонные кристаллы. Новые области применения : монография / Д. А. Усанов. - 2-е изд., доп. и перераб. - Саратов : СГУ, 2020. - 236 с. - ISBN 978-5-292-04634-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/170585> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кульчин, Ю. Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю. Н. Кульчин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-1646-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91158> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Введение в нанотехнологию : учебное пособие / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-1318-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/209636> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Григорьев, А. Д. Электродинамика и микроволновая техника : учебник / А. Д. Григорьев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 704 с. - ISBN 978-5-8114-0706-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210095> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О. К. Скляров. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 268 с. - ISBN 978-5-507-47011-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322565> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Методы анализа и контроля наноструктурированных
материалов и систем

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.