


| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от « 24 » мая 2023 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)
« 24 » мая 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------------|--|
| Дисциплина | Профессиональный электив. Нанозлектроника |
| Факультет | Инженерно-физический факультет высоких технологий |
| Кафедра | Кафедра физического материаловедения |
| Курс | 4 |

Направление (специальность): **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**
(бакалавриат)

(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**

(полное наименование)

Форма обучения: **очная**

(очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются))

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2023 г.**

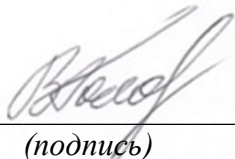
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 30.08.2024 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

| ФИО | Кафедра | Должность, ученая степень, звание |
|----------------------|---|---|
| Соловьев А.А. | Кафедра физического материаловедения | доцент кафедры физического материаловедения, к.ф.-м.н. |

| |
|---|
| СОГЛАСОВАНО |
| Заведующий выпускающей кафедрой Физического материаловедения |
|  _____ /В.Н. Голованов/ (подпись) (ФИО) |
| « 19 » мая 2023 г. |


| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |


ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

В рабочую программу дисциплины «Профессиональный электив. Нанoeлектроника»
Направление (специальность): 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов

Форма обучения: очная

| № п/п | Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения | ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой | Подпись | Дата |
|-------|--|--|---|------------|
| | Внесение изменений в п. 11 с оформлением приложения 1 | Голованов В.Н. |  | 30.08.2024 |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Нанозлектроника» является изучение физических, экспериментальных и технологических основ современной электроники, перспектив ее развития на основе фундаментальных физических закономерностей и явлений, а также фундаментальных квантовых ограничений, таких как интерференционные эффекты, процессы туннелирования, баллистический транспорт. Большое внимание уделяется новым материалам, технологиям и физико-техническим принципам создания приборов и устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП


Дисциплина «Нанозлектроника» относится к базовой части профессионального цикла, являясь одной из основных профессиональных дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 22.03.01 – «Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов».

Изучение данной дисциплины базируется на знания студентом основных положений следующих курсов и дисциплин:

- Атомная физика
- Кристаллография, рентгенография
- Материаловедение
- Материаловедение наноматериалов и наносистем
- Методы диагностики в нанотехнологиях
- Методы и средства измерений и контроля
- Механика материалов и основы конструирования
- Нанометрология
- Научно-исследовательская работа
- Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
- Ознакомительная практика
- Основы надежности технических систем
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
- Прикладная механика
- Проектная деятельность
- Сопротивление материалов
- Физика конденсированного состояния вещества
- Физико-химические основы нанотехнологий
- Физические свойства твердых тел
- Электротехника и электроника
- Ядерная физика

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знание базовых понятий и определений в области физики, математики;

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

- способность использовать справочные документы и государственные стандарты;
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования;

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих дисциплин:

- Структура и свойства металлических наноматериалов

а также для прохождения преддипломной практики, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы, подготовки к сдаче и сдача государственного экзамена.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:


| Код и наименование реализуемой компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций |
|---|--|
| ПК-6 Способен проводить испытания изделий из наноструктурированных композиционных материалов с целью выявления показателей уровня качества, функциональных потребительских свойств, брака и путей его устранения. | <p>Знать: основные тенденции развития наноэлектроники на основе новых физических принципов взаимодействия носителей информационных сигналов с электромагнитными полями, материалов, технологий и бионанотехнологий.</p> <p>Уметь: анализировать текущую и фундаментальную литературу, интернет-сайты с целью выявления тенденций развития отдельных направлений наноэлектроники.</p> <p>Владеть: специальной терминологией.</p> |

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

| Вид учебной работы | Количество часов (форма обучения – очная) | | | |
|--|---|---------------------|----------|----------|
| | Всего по плану | в т.ч. по семестрам | | |
| | | 5 | 6 | 7 |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП | 36/36 | - | - | 36/36 |
| Аудиторные занятия: | | | | |
| • Лекции (в т.ч. 0 ПрП)* | 18/18 | - | - | 18/18 |
| • практические и семинарские | 18/18 | - | - | 18/18 |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | | |
|--|--|----------|----------|--|
| занятия (в т.ч. 0 ПрП)* | | | | |
| • лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)* | | - | - | |
| Самостоятельная работа | 72/72 | - | - | 72/72 |
| Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов) | тестирова- ние, устный опрос, защита лабораторн ых работ | - | - | тестирова- ние, устный опрос, защита лаборатор ных работ |
| Курсовая работа | - | - | - | - |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет) | Зачет | - | - | Зачет |
| Всего часов по дисциплине | 108/108 | - | - | 108/108 |


* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

*часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

4.1. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – очная

| Название разделов и тем | Всего | Виды учебных занятий | | | | | Форма текущего контроля знаний | |
|--|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | Аудиторные занятия | | | в т.ч. занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа | | |
| | | Лекции | Практические занятия, семинары | Лабораторная работа | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 1. Физические основы нанoeлектроники | 32 | 2 | 2 | | | | 16 | Тестирование Устный опрос, |
| 2. Нанотехнологии. Гетерогенные процессы формирования наноструктур | 8 | 2 | 2 | | | | 4 | Тестирование Устный опрос, |
| 3. Нанотехнологии. Методы получения | 32 | 2 | 2 | | | | 16 | Тестирование Устный |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | | | | | |
|---|-----|----|----|--|--|----|--|
| упорядоченных наноструктур | | | | | | | опрос, защита лабораторных работ |
| 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур | 20 | 2 | 2 | | | 10 | Тестирование Устный опрос, защита лабораторных работ |
| 5. Нанотехнологии. Методы зондовой нанотехнологии | 8 | 2 | 2 | | | 4 | Тестирование Устный опрос, |
| 6. Наноэлектронные приборы и системы | 44 | 8 | 8 | | | 22 | Тестирование Устный опрос, защита лабораторных работ |
| Итого | 108 | 18 | 18 | | | 72 | |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)


Раздел 1. Физические основы наноэлектроники.

- Закон Мура.
- Элементы зонной теории
- Гетероструктуры и барьеры Шоттки
- Квантовые ямы, нити, точки
- Электрофизические свойства наночастиц.
- Закон масштабирования и его применение в НЭ
- Основы одноэлектроники

Раздел 2. Нанотехнологии. Гетерогенные процессы формирования наноструктур

- Молекулярно-лучевая эпитаксия
- Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений
- Формирование структур на основе коллоидных растворов
- Золь-гель-технология
- Методы молекулярного наслаивания и атомно-слоевой эпитаксии
- Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков

Раздел 3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

- Искусственное наноформообразование
- Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей
- Наногофрированные структуры
- Самоорганизация структур

Раздел 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур


- Критерий Рэлея
- Оптическая литография
- Рентгеновская литография
- Электронная литография
- Ионная литография
- Возможности пучковых методов нанолитографии в наноэлектронике
- Нанопечатная литография

Раздел 5. Нанотехнологии. Методы зондовой нанотехнологии

- Физические основы зондовой нанотехнологии
- Контактное формирование нанорельефа
- Бесконтактное формирование нанорельефа
- Локальная глубинная модификация поверхности
- Межэлектродный массоперенос
- Массоперенос
- Локальное анодное окисление
- СТМ-литография
- Совместное использование лазера и сканирующего туннельного микроскопа в нанолитографии
- Нанобиотехнологии

Раздел 6. Наноэлектронные приборы и системы

- Наноэлектронные конденсаторы
- Наноэлектронные аккумуляторы энергии и топливные элементы
- Нанотранзисторы на основе структур кремний на сапфире
- Нанотранзисторы с гетеропереходами
- Нанодиоды и нанотранзисторы с резонансным туннелированием
- Нанодиоды и нанотранзисторы на основе нанотрубок
- Наноэлектронные лазеры
- Оптические модуляторы
- Дисплеи и осветительные приборы с использованием наноматериалов

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

- Дисплеи и осветительные приборы на основе нанотрубок
- Фотоприемники на квантовых ямах
- Фотоприемники на основе квантовых точек
- Квантово-точечные клеточные автоматы
- Молекулярные переключатели
- Одноэлектронные транзисторы
- Квантовые компьютеры
- Однокристалльные системы
- Системы для компьютеров
- Нанoeлектронные системы беспроводной связи

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Физические основы нанoeлектроники.

Тема 1. Гетероструктуры и барьеры Шоттки. Квантовые ямы, нити, точки.

Электрофизические свойства наночастиц.

Раздел 2. Нанотехнологии. Гетерогенные процессы формирования наноструктур

Тема 1. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Формирование структур на основе коллоидных растворов. Золь-гель-технология.

Раздел 3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур

Тема 1. Наногофрированные структуры. Самоорганизация структур.

Раздел 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур

Тема 1. Возможности пучковых методов нанолитографии в нанoeлектронике.

Нанопечатная литография.

Раздел 5. Нанотехнологии. Методы зондовой нанотехнологии


Тема 1. СТМ-литография. Совместное использование лазера и сканирующего туннельного микроскопа в нанолитографии. Нанобиотехнологии.

Раздел 6. Нанoeлектронные приборы и системы

Тема 1. Нанoeлектронные конденсаторы. Нанoeлектронные аккумуляторы энергии и топливные элементы.

Тема 2. Нанотранзисторы на основе структур кремний на сапфире. Нанотранзисторы с гетеропереходами.


Тема 3. Нанодиоды и нанотранзисторы с резонансным туннелированием. Нанодиоды и нанотранзисторы на основе нанотрубок. Нанoeлектронные лазеры

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

Тема 4. Дисплеи и осветительные приборы с использованием наноматериалов. Дисплеи и осветительные приборы на основе нанотрубок. Фотоприемники на квантовых ямах. Фотоприемники на основе квантовых точек.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

| № п/п | Тема занятия. Краткое содержание. | Объем в часах | Раздел программы |
|-------|---|---------------|--|
| 1. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 Тема. Использование операторов матричного исчисления в среде MatLab. Цель работы 1. Изучить интерфейс и основные возможности программного пакета MatLab. 2. Используя возможности матричного исчисления программы MatLab, выполнить расчет переменной в соответствии с выданным вариантом задания. | 4 | Раздел 3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур |
| 2. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Тема. Использование операторов для работы с массивами в среде MatLab. Цель работы 1. Изучить основные возможности программного пакета MatLab при работе с массивами, включая различные способы объявления и заполнения массивов. 2. Используя возможности программы MatLab, выполнить расчет массива «с» в соответствии с выданным вариантом задания. | 4 | Раздел 3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур |
| 3. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Тема. Использование операторов с условием и циклических операторов в MatLab. Цель работы 1. Изучить основные возможности программного пакета MatLab при работе с условными операторами и операторами цикла. 2. Используя возможности программы MatLab, составить программу и выполнить задание в соответствии с выданным вариантом. | 4 | Раздел 3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур |
| 4. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Тема. Расчет распределения электронной плотности в канале нанотранзистора. Цель работы 1. Используя возможности MatLab, произвести расчет распределения электронной плотности в канале нанотранзистора в соответствии с выданным вариантом задания. 2. На основе анализа полученных результатов расчета выяснить влияние параметров γ_1 и γ_2 на характер распределения электронной плотности в нанотранзисторе. | 6 | Раздел 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | 3. На основе анализа расчетных данных, выполненных в соответствии с выданным вариантом задания, определить оптимальный диапазон значений сетки по энергии и шага по ней с целью корректного расчета распределения электронной плотности в нанотранзисторе. | | |
| 5. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Тема. Расчет выходной электрической характеристики нанотранзистора. Цель работы 1. Используя возможности MatLab, произвести численное моделирование работы нанотранзистора в рамках модели самосогласованного поля. 2. Расчетным путем получить зависимости концентрации электронов внутри канала и тока стока (выходного тока нанотранзистора, включенного по схеме с общим заземленным истоком) от напряжения стока. | 6 | Раздел 6. Нанозлектронные приборы и системы |
| 6. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Тема. Движение частиц в поле потенциальных сил. Движение частиц через потенциальный барьер. Цель работы Исследовать движение частиц в поле потенциальных сил и при прохождении потенциального барьера. | 4 | Раздел 1. Физические основы нанозлектроники |
| 7. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Тема. Исследование статистических свойств носителей заряда в полупроводниках. Цель работы Исследовать статистику носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. | 4 | Раздел 1. Физические основы нанозлектроники |
| 8. | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Тема. Контактные явления в полупроводниках. Цель работы Изучить физические процессы в контакте двух полупроводников в равновесном состоянии при приложении прямого и обратного напряжений. | 4 | Раздел 1. Физические основы нанозлектроники |


8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

Физические основы нанозлектроники

1. Закон Мура.
2. Элементы зонной теории
3. Гетероструктуры и барьеры Шоттки
4. Квантовые ямы, нити, точки
5. Электрофизические свойства наночастиц.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

6. Закон масштабирования и его применение в НЭ

7. Основы одноэлектроники

Нанотехнологии

Гетерогенные процессы формирования наноструктур

8. Молекулярно-лучевая эпитаксия

9. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений

10. Формирование структур на основе коллоидных растворов

11. Золь-гель-технология

12. Методы молекулярного наслаивания и атомно-слоевой эпитаксии

13. Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков

Методы получения упорядоченных наноструктур

14. Искусственное наноморфообразование

15. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей

16. Наногофрированные структуры

17. Самоорганизация структур

Литографические методы формирования наноструктур

18. Критерий Рэлея

19. Оптическая литография

20. Рентгеновская литография

21. Электронная литография

22. Ионная литография

23. Возможности пучковых методов нанолитографии в нанoeлектронике

24. Нанопечатная литография

Методы зондовой нанотехнологии

25. Физические основы зондовой нанотехнологии

26. Контактное формирование нанорельефа

27. Бесконтактное формирование нанорельефа

28. Локальная глубинная модификация поверхности


29. Межэлектродный массоперенос

30. Массоперенос

31. Локальное анодное окисление

32. СТМ-литография

33. Совместное использование лазера и сканирующего туннельного микроскопа в нанолитографии

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

34. Нанобиотехнологии

Наноэлектронные приборы и системы


35. Наноэлектронные конденсаторы
36. Наноэлектронные аккумуляторы энергии и топливные элементы
37. Нанотранзисторы на основе структур кремний на сапфире
38. Нанотранзисторы с гетеропереходами
39. Нанодиоды и нанотранзисторы с резонансным туннелированием
40. Нанодиоды и нанотранзисторы на основе нанотрубок
41. Наноэлектронные лазеры
42. Оптические модуляторы
43. Дисплеи и осветительные приборы с использованием наноматериалов
44. Дисплеи и осветительные приборы на основе нанотрубок
45. Фотоприемники на квантовых ямах
46. Фотоприемники на основе квантовых точек
47. Квантово-точечные клеточные автоматы
48. Молекулярные переключатели
49. Одноэлектронные транзисторы
50. Квантовые компьютеры.
51. Однокристалльные системы.
52. Системы для компьютеров
53. Наноэлектронные системы беспроводной связи

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.

| Название разделов и тем | Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.) | Объем в часах | Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.) |
|--------------------------------------|--|---------------------|---|
| 1. Физические основы нанoeлектроники | <ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного | 16 | Тестирование, устный опрос |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | |
|--|---|----|---|
| | <p>обеспечения дисциплины;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена | | |
| 2. Нанотехнологии. Гетерогенные процессы формирования наноструктур | <ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена | 4 | Тестирование, устный опрос |
| 3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур | <ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка для защиты лабораторных работ; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена | 16 | Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ |
| 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур | <ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка для защиты лабораторной работы; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена | 10 | Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ |
| 5. Нанотехнологии. Методы зондовой нанотехнологии | <ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена | 4 | Тестирование, устный опрос |
| 6. Нанoeлектронные приборы и системы | <ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена • Подготовка к защите лабораторных работ | 22 | Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ |

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Щука, А. А. Нанoeлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука ; под общей редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 297 с. — (Высшее

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

образование). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512141>

2. Игнатов, А. Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. — 410 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55451.html>

3. Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 с. — ISBN 978-5-7782-2095-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

дополнительная:

1. Игнатов, А. Н. Химико-технологические основы микро и нанoeлектроники : учебное пособие / А. Н. Игнатов, И. В. Решетнева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. — 213 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45490>

2. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05170-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489938>

Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 235 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05171-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515013>

3. Нанотехнологии и электроника : учебное пособие / составитель М. А. Нефёдова. — Курск : КГУ, 2022. — 123 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264752>

учебно-методическая:

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нанoeлектроника» для студентов бакалавриата всех форм обучения направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / А. А. Соловьев; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. —

URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7835>

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по нанoeлектронике для студентов бакалавриата, специалитета и магистратуры всех форм обучения / А.


А. Соловьев, В. В. Рыбин, М. Ю. Махмуд-Ахунов; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. — URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7032>

Согласовано:

Ведущий специалист ООП _____ / Чамеева А.Ф. _____ / _____ / _____ 2023г.
(Должность работника научной библиотеки) (ФИО) (подпись) (дата)

б) Программное обеспечение

1. ОС Microsoft Windows
2. Microsoft OfficeStd 2016 RUS
3. «МойОфис Стандартный»

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон.дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:


3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»: электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование: федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL:

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

<http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / _____
Должность сотрудника УИГТ ФИО подпись дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

Для проведения лабораторных занятий необходим компьютер не ниже Pentium II и программное обеспечение MatLab.

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик



(подпись)

доц. кафедры ФМ

(должность)

А.А. Соловьев

(ФИО)

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа дисциплины | | |

Приложение 1

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт /ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») :электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека: база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. –Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст :электронный.

1.7. 1. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.