


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	Нанoeлектроника
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра физического материаловедения
Курс	4

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия» (бакалавриат)**
(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Нанотехнологии и наноматериалы**
(полное наименование)

Форма обучения: **очная**
(очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются))

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

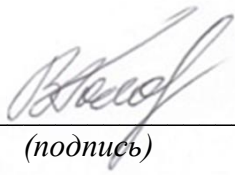
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


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		

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 28.03.02 – «Наноинженерия».

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;
- способность использовать справочные документы и государственные стандарты;

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

- 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:


- Высоковакуумные технологические процессы в наноинженерии
- 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
ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Знать: физические законы функционирования нанoeлектронных приборов и устройств. Уметь: применять законы функционирования нанoeлектронных устройств. Владеть: методами анализа и синтеза информации для выявления тенденций развития перспективных направлений в области нанoeлектроники.
ПК-3 Использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов для испытаний инновационной продукции нанoиндустрии	Знать: основные тенденции развития нанoeлектроники на основе новых физических принципов взаимодействия носителей информационных сигналов с электромагнитными полями, материалов, технологий и бионанотехнологий. Уметь: анализировать текущую и фундаментальную литературу, интернет-сайты с целью выявления тенденций развития отдельных направлений нанoeлектроники. Владеть: специальной терминологией.
ПК-4 Проведение испытаний изделий из наноструктурированных композиционных материалов с целью выявления показателей уровня качества, функциональных	Знать: современные проблемы физики наноразмерных структур; высокие технологии производства приборов и устройств нанoeлектроники Уметь: применять знания, полученные при изучении курса «Нанoeлектроника», при рассмотрении вопросов, связанных с теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления нанoeлектронных

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

потребительских свойств, брака и путей его устранения.	приборов и устройств; Владеть: методами оценки ожидаемых результатов при внедрении конструктивных решений в информационные приборы и системы.
--	---

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 5 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	72/72	-	-	72/72
Аудиторные занятия:				
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18	-	-	18/18
• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18	-	-	18/18
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)*	36/36	-	-	36/36
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)	тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ	-	-	тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
Курсовая работа	-	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен 36/36	-	-	экзамен 36/36
Всего часов по дисциплине	180/180	-	-	180/180

* 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

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

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 наноэлектроники	32	2	2	12	12	16	Тестирование Устный опрос,
2. Нанотехнологии. Гетерогенные процессы формирования наноструктур	8	2	2	–	–	4	Тестирование Устный опрос,
3. Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур	32	2	2	12	12	16	Тестирование Устный опрос, защита лабораторных работ
4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур	20	2	2	6	6	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	6	6	22	Тестирование Устный опрос, защита лабораторных работ
Итого	144	18	18	36	36	72	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Физические основы наноэлектроники.

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

- 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


- Искусственное наноморфообразование
- 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 нанoeлектронике
- 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

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

- Локальное анодное окисление
- СТМ-литография
- Совместное использование лазера и сканирующего туннельного микроскопа в нанолитографии
- Нанобиотехнологии

Раздел 6. Нанoeлектронные приборы и системы

- Нанoeлектронные конденсаторы
- Нанoeлектронные 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
- Нанoeлектронные лазеры
- Оптические модуляторы
- Дисплеи и осветительные приборы с использованием наноматериалов
- 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

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

Тема 1. Наногофрированные структуры. Самоорганизация структур.

Раздел 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур

Тема 1. Возможности пучковых методов нанолитографии в наноэлектронике.

Нанопечатная литография.

Раздел 5. Нанотехнологии. Методы зондовой нанотехнологии

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

Раздел 6. Наноэлектронные приборы и системы

Тема 1. Наноэлектронные конденсаторы. Наноэлектронные 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. Наноэлектронные лазеры

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	4	Раздел 3.

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

	<p>Тема. Использование операторов с условием и циклических операторов в MatLab.</p> <p>Цель работы</p> <p>1. Изучить основные возможности программного пакета MatLab при работе с условными операторами и операторами цикла.</p> <p>2. Используя возможности программы MatLab, составить программу и выполнить задание в соответствии с выданным вариантом.</p>		Нанотехнологии. Методы получения упорядоченных наноструктур
4.	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4</p> <p>Тема. Расчет распределения электронной плотности в канале нанотранзистора.</p> <p>Цель работы</p> <p>1. Используя возможности MatLab, произвести расчет распределения электронной плотности в канале нанотранзистора в соответствии с выданным вариантом задания.</p> <p>2. На основе анализа полученных результатов расчета выяснить влияние параметров γ_1 и γ_2 на характер распределения электронной плотности в нанотранзисторе.</p> <p>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.</p>	6	Раздел 4. Нанотехнологии. Литографические методы формирования наноструктур
5.	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5</p> <p>Тема. Расчет выходной электрической характеристики нанотранзистора.</p> <p>Цель работы</p> <p>1. Используя возможности MatLab, произвести численное моделирование работы нанотранзистора в рамках модели самосогласованного поля.</p> <p>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.</p>	6	Раздел 6. Наноэлектронные приборы и системы
6.	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6</p> <p>Тема. Движение частиц в поле потенциальных сил. Движение частиц через потенциальный барьер.</p> <p>Цель работы</p> <p>Исследовать движение частиц в поле потенциальных сил и при прохождении потенциального барьера.</p>	4	Раздел 1. Физические основы нанoeлектроники
7.	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7</p> <p>Тема. Исследование статистических свойств носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>Цель работы</p> <p>Исследовать статистику носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках.</p>	4	Раздел 1. Физические основы нанoeлектроники

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

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 нанoeлектроники
----	---	---	---

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

Физические основы нанoeлектроники

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

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

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
34. Нанобиотехнологии
 - Нанoeлектронные приборы и системы*
35. Нанoeлектронные конденсаторы
36. Нанoeлектронные 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. Нанoeлектронные 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

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


53. Нанoeлектронные 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 обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена 	16	Тестирование, устный опрос
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	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; 	4	Тестирование, устный опрос

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

нанотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче экзамена 		
6. Наноэлектронные 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 <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к защите лабораторных работ 	22	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ

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

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Шука, А. А. Нанoeлектроника : учебник для вузов / А. А. Шука ; под общей редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 297 с. — (Высшее 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 28.03.02 «Наноинженерия» / 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)

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

б) Программное обеспечение

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

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 :

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

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.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / _____
Должность сотрудника УИИТ 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.

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

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)