


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

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ИФФВТ
от 17 мая 2022 г. протокол № 10
Председатель _____ (Рыбин В. В.)
(подпись, расшифровка подписи)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<i>Физика активных элементов</i>
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники
Курс	3

Направление (специальность): **03.03.03 – радиофизика** (бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Твердотельная электроника и наноэлектроника**

Форма обучения **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2022г.

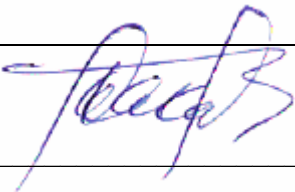
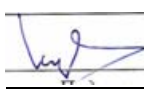
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.


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
Вострецова Л.Н.	ИФ	к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой ИФ	Заведующий выпускающей кафедрой (кафедра РФЭ)
 _____/С.Б. Бакланов/ « 10 » 05 2022 г.	 _____/ Гурин Н.Т./ Подпись ФИО « 10 » 05 2022 г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью дисциплины является изучение активных элементов радиоэлектроники, их моделей, областей и особенностей использования в радиоэлектронных системах.

Задачи дисциплины:


- Достигнуть понимания принципов работы активных элементов радиоэлектроники.
- Дать информацию об основных эксплуатационных характеристиках, параметрах и схемах включения активных элементов.
- Познакомить с моделями элементов для использования в компьютерных технологиях проектирования радиоэлектронных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП. Данная дисциплина формирует навыки измерения и анализа входных и выходных характеристик полупроводниковых приборов. «Физика активных элементов» базируется на основах физики, знании физики конденсированного состояния вещества, зонной теории и физики полупроводниковых структур, способов создания $p-n$ -переходов. Она читается в 5-ом семестре 3-ого курса и основывается на следующих входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им при изучении предшествующих дисциплин:

- Математический анализ
- Аналитическая геометрия
- Механика
- Научные основы школьного курса физики
- Математический анализ функций многих переменных
- Молекулярная физика
- Линейная алгебра
- Векторный и тензорный анализ
- Электричество и магнетизм
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Дифференциальные уравнения
- Основы радиоизмерений
- Проектная деятельность
- Методы математической физики
- Интегральные уравнения и вариационное исчисление
- Колебания и волны, оптика
- Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах
- Численные методы в квантовой оптике
- Микропроцессорные системы
- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности


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

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

- Владеть техникой дифференцирования функций одной переменной
- применять правило дифференцирования сложной функции, метод логарифмического дифференцирования,
- дифференцировать параметрически и неявно заданные функции,
- находить производные высших порядков; техникой интегрирования элементарных функций;
- владеть техникой дифференцирования функций нескольких переменных
- применять правило дифференцирования сложной функции, дифференцировать параметрически и неявно заданные функции,
- находить дифференциалы высших порядков
- уметь использовать основные программные средства, пользоваться глобальными информационными ресурсами,
- знать основные законы механики и кинематики материальной точки
- знать основные законы электромагнитного взаимодействия, включая уравнения Максвелла
- использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач
- Знать базовые профессиональные понятия и определения, с которыми он будет сталкиваться в ходе обучения

Данная дисциплина является предшествующей для будущего изучения следующих специальных дисциплин:

- Теоретические основы электротехники
- Электродинамика СВЧ
- Электродинамика
- Теория колебаний
- Физическая электроника
- Полупроводниковая электроника
- Радиоэлектроника
- Квантовая механика
- Микро- и наноэлектроника
- Автоматизация эксперимента
- Микро- и наносхемотехника
- Интегральная и волоконная оптика
- Квантовая электроника
- Практикум по квантовой электронике
- Практикум по электронике
- Оптоэлектронные устройства
- Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС
- СВЧ полупроводниковые приборы и методы автоматизированного контроля электропараметров СВЧ-модулей
- Термодинамика и статистическая физика
- Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок
- Статистическая радиофизика и нанооптика

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

- Практикум по интегральной и волоконной оптике
- Преддипломная практика
- Научно-исследовательская работа

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1).


Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК - 1 - способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • физические принципы работы контакта металл-полупроводник и р-п-перехода (диод), биполярных и полевых транзисторов, оптоэлектронных приборов <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • из вольтамперной и вольтфарадной характеристик точечного диода определять контактную разность потенциалов, а также степень легирования полупроводника, определять тип пробоя по температурной зависимости изменения напряжения стабилизации <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками измерения статических вольтамперных характеристик транзистора и их зависимости от распределения концентрации неосновных носителей в базе транзистора, расчета различных физических характеристик полупроводникового диода, биполярного и полевого транзисторов

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 4 ЗЕ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) 144 ч


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		4	5	6
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в	54		54	

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

соответствии с УП				
Аудиторные занятия:				
лекции	18		18	
Семинары и практические занятия				
Лабораторные работы, практикумы	36		36	
Самостоятельная работа	54		54	
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	Тестирование, контрольная работа		Тестирование, контрольная работа	
Курсовая работа	-		-	
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)		Экзамен (36)	
Всего часов по дисциплине	144		144	

4.3. 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			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1. Основы зонной теории полупроводников	18	2		4	2	10	тестирование
Тема 2. Основы статистики носителей заряда в полупроводниках	8	2		2	2	6	Тестирование, контрольная работа
Тема 3. Диоды с контактом металл-полупроводник	18	2		6	2	10	Тестирование, контрольная работа

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

							работа
Тема 4. Полупроводниковые диоды	18	2		6	2	10	Тестирование, контрольная работа
Тема 5. Лавинно-пролетные диоды.	8	2	–	–		6	тестирование
Тема 6. Полевые транзисторы, управляемые р-п-переходом	14	2	–	8	2	6	тестирование
Тема 7. Биполярные транзисторы	14	2		8	2	6	Тестирование, контрольная работа
Тема 8. МДП-транзисторы.	12	2		8	2	4	тестирование
Тема 9. Оптоэлектронные п/п приборы	12	2		-	2	4	тестирование
8. Экзамен	36						тестирование
ИТОГО	144	18		36	12	54	тестирование

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тема 1. Основы зонной теории полупроводников

Основные положения зонной теории. Волновая функция электрона в периодическом поле кристалла. Функции Блоха. Зоны Брюллюэна. Энергетические зоны – запрещенные и разрешенные. Модель Кроннига-Пенни. Закон дисперсии, эффективная масса. Зонная структура металлов полупроводников.

Тема 2. Основы статистики носителей заряда в полупроводниках


Распределение квантовых состояний в зонах. Распределение Ферми-Дирака. Концентрация электронов и дырок в зонах. Невырожденные полупроводники. Собственная концентрация носителей заряда.

Тема 3. Диоды с контактом металл-полупроводник.

Зонные диаграммы контактов металл-полупроводник. Запорный и антизапорные слои. Распределение поля и потенциала в обедненном слое (Барьер Шоттки). Ширина обедненного слоя в тепловом равновесии и при наличии смещения. Вольтамперные характеристики диодов с контактом Шоттки. Высота барьера в реальных контактах металл-кремний, силицид кремний-кремний, металл-арсенид галлия. Омический контакт.

Тема 4. Полупроводниковые диоды.

Образование р-п- перехода, контактная разность потенциалов. Зонная диаграмма р-п- перехода в тепловом равновесии. Распределение поля, потенциала и ширина резкого и плавного р-п- переходов в тепловом равновесии. Зонные диаграммы р-п- переходов при прямом и обратном смещениях. Ширина резкого и плавного р-п- перехода при смещениях.

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

Вольт- емкостная характеристика. Диодная теория выпрямления р-n- перехода в диффузионном приближении. Диод с короткой базой. Рекомбинационные процессы в р-n- переходах. Влияние различных факторов на величину рекомбинационного тока. Работа р-n- перехода при большом уровне инжекции. Механизм Холла. Влияние сопротивления базы. Механизм инжекционного усиления в диодах с длинной базой. Магнитодиоды. Проводимость диода с р-n- переходом на малом переменном сигнале, мало-сигнальная эквивалентная схема. Диффузионная емкость, зависимость от частоты переменного сигнала. Переходные процессы в диодах при включении из прямого направления в обратное и из прямого в нейтральное.

Тема 5. Лавинно-пролетные диоды.

Лавинно-пролетный режим работы и режим с захваченной плазмой. р-i-n- диоды. Виды пробоя р-n- перехода: тепловой, туннельный, лавинный. Коэффициенты ионизации электронов и дырок, критерий лавинного пробоя, коэффициенты умножения электронов и дырок. Соотношения для зависимости напряжения лавинного пробоя резкого р-n- перехода от концентрации примесей. Туннельные и обращенные диоды. Особенности вольтамперных характеристик. Влияние электрон-фононного взаимодействия на туннельные процессы. Механизмы переноса тока в диэлектриках. Токи, ограниченные пространственным зарядом.

Тема 6. Полевые транзисторы, управляемые р-n- переходом.


Полевые транзисторы с управляющим р-n- переходом. Принцип действия. Расчет входных вольтамперных характеристик полевого транзистора с управляющим р-n- переходом. Много и мало сигнальные параметры. Частотные свойства транзисторов с управляющим р-n- переходом. Транзисторы со статической индукцией.

Тема 7. Биполярные транзисторы.

Режим работы: нормальный активный режим, инверсный активный режим, режим насыщения, режим отсечки. Транзистор как усилитель мощности. Схемы включения с общей базой и общим эмиттером. Зонная диаграмма транзистора в нормальном активном режиме. Бездрейфовый и дрейфовый транзисторы. Образование встроенного поля на базе планарного и мезапланарного транзисторов. Входные и выходные данные вольтамперные характеристики. Интегральные параметры - коэффициент переноса базы, коэффициент инжекции эмиттера, коэффициенты передачи тока в схемах с ОБ и ОЭ. Зависимости от частоты малосигнальных коэффициентов передачи тока, предельная частота коэффициента передачи тока и граничная частота усиления. Влияние встроенного поля в базе и барьерной емкости эмиттер-база на частоты. Эффект вытеснения эмиттерного тока к краям эмиттеров. Особенности лавинного пробоя - тепловой и токовой. Переходные процессы в транзисторном ключе. Шумовые свойства биполярных транзисторов. Разновидность биполярных транзисторов, используемых в интегральных микросхемах: многоэмиттерный транзистор, многоколлекторный транзистор, горизонтальный транзистор, переключающий транзистор с барьером Шоттки. Биполярные транзисторы с гетеропереходами и вариозонной базой.

Тема 8. МДП-транзисторы.

Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы). МДП-транзисторы с встроенным и индуцированным каналами. Расчет входных вольтамперных характеристик МДП-транзисторов на крутых и пологих участках. Малосигнальные параметры. Частотные свойства МДП-транзисторов. Мощные МДП-транзисторы. Особенности применения МДП-транзисторов в БИС. Эффекты короткого и узкого канала.

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

Горячие носители в канале.

Тема 9. Оптоэлектронные п/п приборы.

Фоторезисторы. Светоизлучающие диоды, п/п инжекционные лазеры. Электролюминесцентные излучатели. Принцип действия, основные характеристики и параметры. Фотодиоды на основе диодов с р-п- переходом, контакта металл-полупроводник, гетероперехода, интегральная чувствительность и спектральная характеристика. Фотоэлементы и солнечные батареи с р-п- переходом. Вольтамперные характеристики, коэффициент полезного действия, световая характеристика. Биполярные, МДП- фототранзисторы и фототиристоры.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрено учебным планом

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторная работа 1. Исследование электрических характеристик контакта металл-полупроводник

Цель работы: Изучение принципа работы диодов Шоттки, измерение и анализ вольт-амперных характеристик (ВАХ) и вольт-фарадных характеристик (ВФХ), определение основных параметров диодов.

Лабораторная работа 2. Температурная зависимость параметров полупроводниковых диодов


Цель работы – установление соответствия между реальными и теоретическими температурными характеристиками различных полупроводниковых диодов и их взаимосвязи с параметрами полупроводниковых материалов. Содержанием работы является исследование зависимости статических ВАХ диодов от температуры окружающей среды. В работе снимаются температурные зависимости обратных токов и прямых напряжений диодов, изготовленных из разных материалов, и определяются

Лабораторная работа 3. Исследование полупроводниковых диодов

Цель работы – исследование прямых и обратных вольт-амперных характеристик кремниевого и германиевого диода; исследование сопротивления диода при прямом и обратном включении; определение напряжения изгиба вольт-амперной характеристики.

Лабораторная работа 4. Определение статических параметров модели эберса–молла по вольт-амперным характеристикам биполярного транзистора

Цель работы – измерение статических ВАХ биполярного транзистора (БТ) и определение по ним статических параметров инжекционной модели Эберса–Молла (Э–М) для БТ. В работе снимаются входные, выходные и передаточные характеристики БТ в схеме с ОЭ. По передаточным характеристикам для режимов нормального и инверсного включения определяются соответствующие коэффициенты передачи тока. Для нахождения остальных параметров модели Э–М измеряются нормальные и инверсные входные характеристики БТ для схемы с ОБ в режиме холостого хода (при обрыве третьего электрода). По полученным характеристикам определяются значения

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

Лабораторная работа 5. Исследование статических характеристик и дифференциальных параметров ПТУП

Цель работы –ознакомиться с ВАХ и основными дифференциальными статическими параметрами полевых транзисторов с управляющим затвором в виде р-п-перехода – ПТУП.

В работе снимаются основные ВАХ ПТУП (передаточные и выходные) и по результатам измерений определяются статические дифференциальные параметры ПТУП: крутизна, выходная проводимость, внутреннее сопротивление и коэффициент усиления по напряжению.

Лабораторная работа 6. Исследование статических характеристик и дифференциальных параметров МОП-транзистора

Цель работы – ознакомиться с ВАХ и основными дифференциальными статическими параметрами полевых транзисторов с изолированным затвором (МДП-транзисторов). В англоязычной литературе для них чаще всего используется сокращение MOSFET – Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor.

В работе измеряется пороговое напряжение МОПТ, его передаточные и выходные вольт-амперные характеристики, и по результатам измерений определяются статические дифференциальные параметры

Лабораторная работа 7. Исследование излучательных характеристик светодиодов


Цель работы Ознакомление с устройством и функционированием полупроводниковых светодиодов, изучение их основных излучательных характеристик и особенностей работы с аппаратурой для измерения мощности оптического излучения

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Зонная теория. Одночастичное приближение
2. Зонная теория. Волновая функция электрона в периодическом поле кристалла
3. Функции Блоха
4. Зоны Брюллюэна
5. Зонная теория. Модель Кронига-Пенни
6. Закон дисперсии. Эффективная масса носителей заряда
7. Плотность состояний в разрешенных зонах объемного полупроводника
8. Функция Ферми – Дирака. Уровень Ферми
9. Концентрация электронов и дырок в разрешенных зонах собственного полупроводника
10. Собственная концентрация носителей заряда
11. Положение уровня Ферми в собственном полупроводнике
12. Положение уровня Ферми в легированном невырожденном полупроводнике
13. Зонная диаграмма контакта металл-полупроводник. Условие возникновения барьера
14. Вольтамперные характеристики диодов с контактом Шоттки.
15. Полупроводниковые диоды. Образование р-п- перехода, контрактная разность потенциалов. Зонная диаграмма р-п- перехода в тепловом равновесии.

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


16. Распределение поля и потенциала в обедненном слое, ширина обедненного слоя в тепловом равновесии и при наличии смещения для резкого р-п-перехода
17. Распределение поля и потенциала в обедненном слое, ширина обедненного слоя в тепловом равновесии и при наличии смещения для плавного р-п-перехода
18. Диодная теория выпрямления р-п-перехода в диффузном приближении. Диод с длинной базой.
19. Диодная теория выпрямления р-п-перехода в диффузном приближении. Диод с короткой базой.
20. Вольт-емкостная характеристика резкого р-п-перехода
21. Вольт-емкостная характеристика плавного р-п-перехода
22. Мало-сигнальная эквивалентная схема диода на основе р-п-перехода
23. Лавинно-пролетные диоды. Лавинно-пролетный режим работы.
24. Лавинно-пролетные диоды. Режим с захваченной плазмой.
25. р-і-п- диоды.
26. Принцип работы полевого транзистора с управляющим р-п-переходом
27. Передаточная вольт-амперная характеристика полевого транзистора с управляющим р-п-переходом
28. Выходная вольт-амперная характеристика полевого транзистора с управляющим р-п-переходом
29. Биполярный транзистор. Принцип работы: коэффициент инжекции и коэффициент рекомбинации
30. Биполярный транзистор. Режимы работы
31. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с общей базой
32. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером
33. Биполярный транзистор. Число Гуммеля
34. Биполярный транзистор. h-параметры
35. Биполярный транзистор. Физические параметры
36. Полевые транзисторы с изолированным затвором(МДП- транзисторы).
37. МДП- транзисторы с встроенным и индуцированным каналами.
38. МДП – транзисторы. Выходные характеристики
39. МДП- транзисторы. Передаточные характеристики
40. Расчет входных вольтамперных характеристик МДП-транзисторов на крутых и пологих участках.
41. Принцип работы фоторезистора
42. Принцип работы фотодиода
43. Принцип работы фототранзистора
44. Принцип работы светодиода

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

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 26.03.2019г.).

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала,	Объем в часах	Форма контроля
-------------------------	---	---------------	----------------

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


	<i>решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)</i>		<i>(проверка решения задач, реферата и др.)</i>
Тема 1. Основы зонной теории полупроводников	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, письменный ответ на вопросы	10	Проверка домашнего задания
Тема 2. Основы статистики носителей заряда в полупроводниках	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, письменный ответ на вопросы	6	Проверка домашнего задания
Тема 3. Диоды с контактом металл-полупроводник	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	10	Проверка домашнего задания
Тема 4. Полупроводниковые диоды	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	10	Проверка домашнего задания
Тема 5. Лавинно-пролетные диоды.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	6	Проверка домашнего задания
Тема 6. Полевые транзисторы, управляемые р-п-переходом	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	6	Проверка домашнего задания
Тема 7. Биполярные транзисторы	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	6	Проверка домашнего задания
Тема 8. МДП-транзисторы.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	4	Проверка домашнего задания
Тема 9. Оптоэлектронные п/п приборы	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, письменный ответ на вопросы	4	Проверка домашнего задания
Экзамен	Подготовка к сдаче экзамена: проработка вопросов и прорешивание типовых задач	36	экзамен

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 463 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-0808-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425163>
2. Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для академического бакалавриата / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 250 с. — (Бакалавр.

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

Академический курс). — ISBN 978-5-534-10000-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/429122>

дополнительная:

1. Шишкин, Г. Г. Электроника : учебник для бакалавров / Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3391-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425494>

учебно-методическая:

1. Вострецова Л. Н. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика активных элементов» для студентов специальности 03.03.03 «Радиофизика» / Л. Н. Вострецова; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - Ульяновск : УлГУ, 2019. –Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7177>
2. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / Д. Я. Вострецов, Л. Н. Вострецова, Д. А. Богданова [и др.]; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инженерной физики. - Ульяновск : УлГУ, 2019. – Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1453>

Согласовано:

И. Библиотечник / *Чалышев А.А.* / *А.У.*
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись

б) Программное обеспечение:

- ОС Альт Рабочая станция 8
- 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, [2022]. – 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, [2022]. - 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, [2022]. – 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, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

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

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – 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, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – 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, [2022]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал . – URL: <http://window.edu.ru/> . – Текст : электронный.


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

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. 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:

гаш.кар.чист /16.05.2022 г.
должность сотрудника УИТИТ ФИО подпись дата

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

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.


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. При проведении лабораторных работ используется следующее оборудование:

- Программно-управляемый источник питания PPE3323
- Вольтметр В7-46
- Шаговый двигатель
- Вольтметр В7-40
- Генератор низкой частоты ГЗ-118
- Частотомер ЧЗ-63
- Вольтметр ВЗ-38Б
- Генератор ГЗ-123
- Осциллограф С1-159
- Вольтметр В7-27
- Испытатель Л2-54
- Генератор ГЗ-36
- Блок питания БП-03
- Генератор импульсов Г5-63
- Осциллограф С1-64а
- Вольтметр В7-16
- Блок питания SH 01012
- Камера измерительная
- МДП структура
- Вольтметр В7-16а
- Измеритель емкости Е7-12
- Блок питания БП – 15
- Монохроматор МУМ
- Вольтметр В7-16а
- Осветитель

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

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

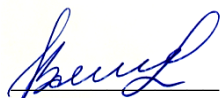
аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– 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

к.ф.-м.н., доцент кафедры ИФ Вострецова Л.Н.

должность

ФИО