


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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета инженерно-физического
факультета высоких технологий
от 15 июня 2021 г., протокол № 11

Председатель _____ /В.В.Рыбин/
(подпись)
15 июня 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<i>Физические основы продукции высокотехнологичного производства</i>
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Инженерной физики
Курс	3

Направление (специальность) **27.03.05 Инноватика**
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) **Управление инновациями**
полное наименование

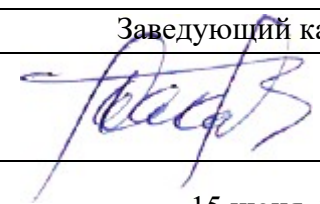
Форма обучения **очная**
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)


Дата введения в учебный процесс УлГУ: 1 сентября 2021 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №1 от 30.08.2022 г.
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №1 от 28.08.2023 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
Заведующий кафедрой ИФ
 _____ /С.Б. Бакланов/ 15 июня 2021 г.

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

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ


в рабочую программу дисциплины «Физические основы продукции высокотехнологичного производства»

Направление (специальность): **27.03.05 «Инноватика» (бакалавриат)**

Направленность (профиль/специализация): **Управление инновациями**

Форма обучения: **очная**

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1	Актуализирован п.11 приложение 1	Бакланов С.Б.		30.08.2022
2	Актуализирован п.11 приложение 2	Бакланов С.Б.		28.08.2023

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины:

- формирование целостной системы знаний в области производства дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС);
- формирование у студентов навыков проведения учебных и научных экспериментов;
- формирование комплексных профессиональных и общекультурных компетенций в сфере профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студентов теоретических и практических знаний, умений и навыков, необходимых при разработке, исследовании и анализе дискретных полупроводниковых приборов и ИМС.
- формирование у студентов определенных навыков экспериментальной работы; освоение методов научных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Дисциплина «Физические основы продукции высокотехнологичного производства» относится в обязательным дисциплинам части Блока 1 подготовки бакалавров по направлению **27.05.03 «Инноватика»**, в котором изучаются физические и физико-химические процессы, лежащие в основе современных тонкопленочных, оптоэлектронных дискретных и интегральных полупроводниковых технологий.

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:

- Химия
- Начертательная геометрия
- Математический анализ
- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Физика
- Инженерная графика
- Дифференциальные уравнения и дискретная математика
- Проектная деятельность
- Теория вероятностей и математическая статистика
- материаловедение

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

- 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,

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

- знать основные законы физики
- 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:


- Мехатроника
- Преддипломная практика
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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:

- Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук (ОПК – 1)

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК - 1 - Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> • физические особенности продукции высокотехнологического производства, влияющие на технологический процесс • зонную теорию полупроводников • статистику электронов и дырок в классических полупроводниках и полупроводниках с нановключениями • физические принципы работы контакта металл-полупроводник и р-п-перехода (диод), биполярных и полевых транзисторов, оптоэлектронных приборов • методы диагностики параметров продукции высокотехнологичного производства <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> • учитывать физические особенности продукции при выборе технического средства и технологии • строить зонную диаграмму р-п-перехода, барьера Шоттки • рассчитывать концентрации носителей заряда в областях полупроводникового прибора • из вольтамперной и вольтфарадной

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


	<p>характеристик точечного диода определять контактную разность потенциалов, а также степень легирования полупроводника, определять тип пробоя по температурной зависимости изменения напряжения стабилизации</p> <ul style="list-style-type: none"> определять параметры работы продукции высокотехнологичного производства <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками принятия технического решения с учетом физических особенностей продукции способами расчета характеристик полупроводниковых структур, исходя из знаний материала полупроводника и уровня его легирования 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 навыками определения параметров продукции высокотехнологичного производства
--	--

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 соответствии с УП	72/72		72/72	
Аудиторные занятия:				
<ul style="list-style-type: none"> Лекции (в т.ч. 0 ПрП)* 	36/36		36/36	
<ul style="list-style-type: none"> семинары и практические занятия (в т.ч. 0 ПрП)* 				
<ul style="list-style-type: none"> лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)* 	36/36		36/36	
Самостоятельная работа	36		36	
Форма текущего	Тестирование,		Тестирование,	


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

контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	контрольная работа		контрольная работа	
Курсовая работа	-		-	
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)		Экзамен (36)	
Всего часов по дисциплине	144		144	

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

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	4		4	-	8	тестирование
Тема 2. Основы статистики носителей заряда в полупроводниках	8	4		2	-	4	Тестирование, контрольная работа
Тема 3. Диоды с контактом металл-полупроводник	18	4		6	-	8	Тестирование, контрольная работа
Тема 4. Полупроводниковые диоды	16	4		4	-	8	Тестирование, контрольная работа
Тема 5. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе p-n-	8	4	-	2	-	2	тестирование

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

перехода электрическими измерениями.							
Тема 6. Полевые транзисторы, управляемые р-п-переходом	16	4	–	8	-	4	тестирование
Тема 7. Биполярные транзисторы	16	4		8	-	4	Тестирование, контрольная работа
Тема 8. МДП-транзисторы.	12	4		6	-	4	тестирование
Тема 9. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	12	4		2	-	4	тестирование
8. Экзамен	36						тестирование
ИТОГО	144	36		36	-	36	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. Вольт-емкостная характеристика. Диодная теория выпрямления р-п- перехода в диффузионном приближении. Диод с короткой базой. Рекомбинационные процессы в р-п-

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

переходах. Влияние различных факторов на величину рекомбинационного тока. Работа p - n -перехода при большом уровне инжекции. Механизм Холла. Влияние сопротивления базы. Механизм инжекционного усиления в диодах с длинной базой. Магнитодиоды. Проводимость диода с p - 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. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе p - n -перехода электрическими измерениями.

Соотношения для зависимости напряжения лавинного пробоя резкого p - n -перехода от концентрации примесей. Туннельные и обращенные диоды. Особенности вольтамперных характеристик. Влияние электрон-фононного взаимодействия на туннельные процессы. Резкий и плавный p - n -переход. Методы расчета профиля легирующей примеси в p - n -переходе. Определение вида p - n -перехода и контактной разности потенциалов по вольт-фарадным характеристикам.

Компоненты тока и квазиуровни Ферми в p - n -переходе. Вольт-амперная характеристика p - n -перехода при рекомбинации в области пространственного заряда/

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


Полевые транзисторы с управляющим p - n - переходом. Принцип действия. Расчет входных вольтамперных характеристик полевого транзистора с управляющим p - n -переходом. Много и мало сигнальные параметры. Частотные свойства транзисторов с управляющим p - 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. Горячие носители в канале.

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

Тема 9. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках

Рекомбинационная теория Шокли – Рида – Холла. Время жизни неосновных носителей заряда. Определение времени жизни методами фотопроводимости и модуляцией проводимости точечного контакта

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–мола 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

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.

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

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. «Определение времени жизни неравновесных носителей заряда в полупроводниках методом модуляции проводимости точечного контакта»

Целью работы является изучение процессов генерации и рекомбинации неравновесных носителей заряда в полупроводниках; ознакомление с методом модуляции проводимости точечного контакта; проведение измерений времени жизни неравновесных носителей заряда.

Выполнение лабораторной работы приведет к освоению методики определения времени жизни неравновесных носителей заряда в базе точечного полупроводникового диода, основанной на методе модуляции проводимости точечного контакта.

Лабораторная работа №8 «Исследование механизмов протекания тока через *p-n*-переход при высоком уровне инжекции»

Цель работы – изучение механизма формирования тока через *p-n*-переход и базу диода при высоком уровне инжекции носителей заряда.


В ходе выполнения лабораторной работы студенты получают навыки идентификации механизма переноса и определение параметров на основе измерения вольт-амперной характеристики.

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

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

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, контрастная разность потенциалов. Зонная диаграмма р-п- перехода в тепловом равновесии.
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, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1. Основы зонной теории полупроводников	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, письменный ответ на вопросы	8	Проверка домашнего задания
Тема 2. Основы статистики носителей заряда в полупроводниках	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, письменный ответ на вопросы	4	Проверка домашнего задания
Тема 3. Диоды с контактом металл-полупроводник	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	8	Проверка домашнего задания
Тема 4. Полупроводниковые диоды	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	8	Проверка домашнего задания
Тема 5. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе $p-n$ -перехода электрическими измерениями.	Выдается файл vah.dat, содержащий измеренные прямые ВАХ $p-n$ -перехода. Определение параметров уровней при анализе зависимости приведенной скорости рекомбинации от напряжения для структур на основе $p-n$ -перехода	2	Проверка домашнего задания
Тема 6. Полевые транзисторы, управляемые $p-n$ -переходом	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	4	Проверка домашнего задания
Тема 7. Биполярные транзисторы	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	4	Проверка домашнего задания
Тема 8. МДП-транзисторы.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена, решение задач	4	Проверка домашнего задания
Тема 9. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	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. Теоретическая инноватика : учебник и практикум для вузов / И. А. Брусакова [и др.] ; под редакцией И. А. Брусаковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04909-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492977>
2. Электротехника и электроника в 3 т. Том 3. Основы электроники и электрические измерения : учебник и практикум для вузов / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культасов, В. П. Лунин ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 234 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8414-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489705>
3. Шишкин, Г. Г. Электроника : учебник для бакалавров / Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3422-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508747>

дополнительная:

1. Ульрих, Титце Полупроводниковая схемотехника. Т.1 / Титце Ульрих, Шенк Кристоф ; перевод Г. С. Карабашев. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 826 с. — ISBN 978-5-4488-0052-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/88003.html> Лицензия: до 24.09.2024
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>
3. Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 463 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-0808-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/509181>

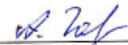
учебно-методическая:

1. Вострецова Л.Н. Физические основы продукции высокотехнологичного производства : учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов направления «Инноватика» / Л. Н. Вострецова; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,30 МБ). - Текст : электронный. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5992>
2. Вострецова Л. Н. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физические основы продукции высокотехнологичного производства» для студентов специальности 27.03.05 «Инноватика» / Л. Н. Вострецова; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,11 МБ). - Текст : электронный. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5993>

Согласовано:

вед. специалист ООП НБ УлГУ
Должность сотрудника научной библиотеки

Чамеева А.Ф.
ФИО

 / 2022?
подпись дата

б) Программное обеспечение

СПС Консультант Плюс
Система «Антиплагиат.ВУЗ»
Microsoft Office 2016 или «Мой офис стандартный»
ОС Microsoft Windows
Антивирус Dr.Web

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.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букар. – 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-e97828f97e1%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://nэб.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-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6de9c&custid=s689574>. – 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 Mega-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Зам. начальника УИТТ



А.В. Ключикова

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 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



доцент кафедры ИФ,

к.ф.-м.н. Вострецова Л.Н.

должность

ФИО

Приложение 1

б) Программное обеспечение:

МойОфис

МойОфис Стандартный, ОС Альт Рабочая станция 8

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. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. — Санкт- Петербург, [2022]. — URL: <https://e.lanbook.com>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст : электронный.

1.5. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - 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, [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/Persona1/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.uisu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Зам. нач. УИТИТ
Должность сотрудника УИТИТ

Ключкова АВ
ФИО

[Подпись]
подпись

_____ дата

Приложение 2

б) Программное обеспечение:

1. ОС Альт Рабочая станция 8

2. 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 : 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.

- Программное обеспечение:
 1. ОС Microsoft Windows
 2. Microsoft OfficeStd 2016 RUS
 3. «МойОфис Стандартный»

Согласовано:

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