

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:02

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физика полупроводниковых приборов

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ст.преп., Черных С.В.; ст.преп., Черных А.В.

Рабочая программа

Физика полупроводниковых приборов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ППЭ и ФПП

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович, к.ф.-м.н., доцент

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Дать обучающимся представление о типах полупроводниковых приборов, физических основах работы, их характеристиках и методах подбора материалов для обеспечения оптимальных характеристик приборов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.19
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Материаловедение	
2.1.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.4	Металловедение инновационных материалов	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.7	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.8	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.10	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.11	Разработка новых материалов	
2.1.12	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.13	Физика диэлектриков	
2.1.14	Физика полупроводников	
2.1.15	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.16	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.17	Компьютеризация эксперимента	
2.1.18	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.19	Материалы наукоемких технологий	
2.1.20	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.21	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.22	Планирование научного эксперимента	
2.1.23	Современные проблемы материаловедения	
2.1.24	Теория поверхностных явлений	
2.1.25	Теория симметрии	
2.1.26	Электроника	
2.1.27	Кристаллография	
2.1.28	Физические свойства материалов	
2.1.29	Физические свойства твердых тел	
2.1.30	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.31	Технология материалов электроники	
2.1.32	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.33	Методы математической физики	
2.1.34	Основы квантовой механики	
2.1.35	Физика	
2.1.36	Физическая химия	
2.1.37	Электротехника	
2.1.38	Математика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.2	Композиционные материалы	
2.2.3	Конструирование композиционных материалов	
2.2.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	

2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.8	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.10	Специальные сплавы
2.2.11	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.12	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.13	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.14	Биофизика
2.2.15	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.16	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.17	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.18	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.19	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.20	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.21	Основы научно-технического перевода
2.2.22	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.23	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.24	Технология получения кристаллов
2.2.25	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.26	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.27	Функциональные наноматериалы
2.2.28	Химия и технология полимерных материалов
2.2.29	Биоорганическая химия
2.2.30	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.31	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.32	Квантовая теория твердого тела
2.2.33	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.34	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.35	Методы непараметрической статистики
2.2.36	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.37	Объемные наноматериалы
2.2.38	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.39	Структура и технологичность сплавов
2.2.40	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.41	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.42	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.43	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.44	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.45	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.46	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.47	Менеджмент качества
2.2.48	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.49	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.50	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.51	Методология научных исследований
2.2.52	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.53	Основы клеточной биологии
2.2.54	Оформление результатов научной деятельности
2.2.55	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.56	Симметрия наносистем
2.2.57	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.58	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.59	Термомеханическая обработка металлов и сплавов

2.2.60	Управление коллективами
2.2.61	Управление проектами
2.2.62	Химические основы биологических процессов
2.2.63	Цифровое материаловедение
2.2.64	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.65	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.66	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.67	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.68	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.69	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.70	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.71	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.72	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.73	Нanomатериалы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-34 Новые материалы, используемые в области микро- и наноэлектроники, и современные тенденции развития различных классов полупроводниковых приборов.

ПК-1-35 Знать эксплуатационные параметры и области применения приборов твердотельной электроники.

ПК-1-33 Параметры полупроводниковых материалов и гетероструктур, определяющие характеристики электронных приборов на их основе.

ПК-1-31 Основные типы полупроводниковых приборов микро- и наноэлектроники.

ПК-1-32 Физические основы работы полупроводниковых приборов.

Уметь:

ПК-1-У3 Анализировать современные научные достижения в области полупроводниковой микро- и наноэлектроники.

ПК-1-У4 Строить энергетические диаграммы микроэлектронных структур и полупроводниковых приборов.

ПК-1-У1 Осуществлять подбор полупроводниковых материалов с оптимальными свойствами для создания устройств твердотельной электроники.

ПК-1-У2 Самостоятельно получать новые знания из изучения современных публикаций о полупроводниковых приборах микро- и наноэлектроники.

Владеть:

ПК-1-В3 Методами обработки экспериментальных характеристик полупроводниковых приборов и результатов исследований.

ПК-1-В2 Методами расчета характеристик и конструкций полупроводниковых приборов.

ПК-1-В1 Методами вычисления параметров приборов и полупроводникового материала из их характеристик.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Классификация и типы современных полупроводниковых приборов микро и наноэлектроники.							

1.1	Области полупроводниковой микро- и нанoeлектроники. Типы приборов. Классификация. /Пр/	7	1	ПК-1-31	Л1.5 Л1.8Л2.2 Э1 Э2			
1.2	Самостоятельное ознакомление с типами полупроводниковых приборов микро- и нанoeлектроники, классификацией и основными параметрами. /Ср/	7	12	ПК-1-31 ПК-1-35	Л1.5 Л1.8Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
1.3	Реферат по теме "Перспективные материалы для современной нано- и микроэлектроники" /Ср/	7	15	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-У2 ПК-1-У3	Л1.5 Л1.8Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			P1
	Раздел 2. Контактные явления на границах различных материалов.							
2.1	Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости, рп переход. Вольт-амперная характеристика. Барьерная и диффузионная емкость рп перехода. Реальная ВАХ. Типы пробоя рп перехода. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.5 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			
2.2	Контакт металл-полупроводник. Барьер Шоттки. Омический контакт. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			
2.3	Расчет основных характеристик контактов (рп переход, барьер Шоттки): ток насыщения, прямой ток, дифференциальное сопротивление, барьерная и диффузионная емкость. /Пр/	7	1	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-В2	Л1.5Л2.2 Л2.4Л3.3	Решение типовых задач		
2.4	МДП-структура. Вольт-фарадная характеристика. Управление зарядом в полупроводнике с помощью эффекта поля. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4			
2.5	Гетеропереходы. Изотипный и анизотипный, плавный и резкий гетеропереходы. Вольт-амперные характеристики. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			
2.6	Особенности построения зонных диаграмм. Р-п переход, барьер Шоттки, гетеропереход, МДП-структура. /Пр/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-У4	Л1.5 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			
2.7	Выполнение домашней работы №1 "Расчет параметров контакта и полупроводника из вольт-фарадной характеристики полупроводниковой структуры" /Ср/	7	15	ПК-1-32 ПК-1-В1 ПК-1-В3	Л1.5Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2			P2

	Раздел 3. Беспереходные полупроводниковые приборы							
3.1	Беспереходные полупроводниковые приборы. Терморезисторы, датчики Холла, фоторезисторы, диоды Ганна. Конструкции, основные параметры. /Пр/	7	1	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-У1	Л1.5 Л1.8			
	Раздел 4. Полупроводниковые диоды							
4.1	Полупроводниковые диоды. Реальная вольт-амперная характеристика. Конструкции. Параметры. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-35	Л1.5 Л1.7 Л1.8 Л2.2 Л2.4 Л2.5			
4.2	СВЧ полупроводниковые диоды. /Пр/	7	1	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35	Л1.5 Л1.8			
4.3	Основные схемы включения полупроводниковых диодов. /Пр/	7	2	ПК-1-35	Л1.1 Л1.2 Л1.3	Разбор основных схем.	КМ1	
4.4	Лабораторная работа №1 "Изучение статических вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик диодов с р-п переходом." /Лаб/	7	4	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.5 Л3.1			Р4
	Раздел 5. Биполярные транзисторы							
5.1	Принципы работы биполярных транзисторов. Схемы включения. Входные и выходные ВАХ. Коэффициенты усиления. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.5 Л1.8			
5.2	СВЧ биполярные и силовые транзисторы. Гетеробиполярный транзистор. Принципы конструирования. /Пр/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35	Л1.4 Л1.6 Л1.1 Л2.7			
5.3	Фототранзисторы. /Пр/	7	1	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35	Л1.5 Л1.1 Л2.2			
5.4	Лабораторная работа №2 "Исследование вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов" /Лаб/	7	4	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.4 Л1.5 Л3.1			Р5
	Раздел 6. Полевые транзисторы							
6.1	Полевые транзисторы с р-п переходом, МДП структурой и высокой подвижностью электронов. Принципы модуляции тока канала. Схемы включения. Входные и выходные ВАХ. Коэффициенты усиления. /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34	Л1.5 Л1.8 Л2.6 Л2.8 Л2.10 Л1.1			

6.2	Полевые фототранзисторы. Детекторы частиц на основе полевых транзисторов. /Пр/	7	1	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35	Л1.8Л2.2 Л1.1			
6.3	Схемы включения полевых транзисторов. /Пр/	7	2	ПК-1-35	Л1.1 Л1.2 Л1.3	Будут разобраны схемы генераторов и усилителей, связь между Ку и S.	КМ1	
6.4	Выполнение домашней работы №2 "Расчет характеристик прибора и полупроводника из вольт-амперных характеристик" /Ср/	7	15	ПК-1-32 ПК-1-В1 ПК-1-В3	Л1.5Л3.1 Л3.2			Р3
6.5	Лабораторная работа №3 "Исследование вольт-фарадных характеристик структур металл-диэлектрик полупроводник". /Лаб/	7	4	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2			Р6
6.6	Лабораторная работа №4 "Изучение статических вольт-амперных характеристик полевых транзисторов". /Лаб/	7	5	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.5Л3.2			Р7
Раздел 7. Тиристоры								
7.1	Тиристоры. Принцип работы /Лек/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34	Л1.5			
7.2	Основные схемы на тиристорах /Пр/	7	1	ПК-1-35	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
Раздел 8. Приборы гетероструктурной наноэлектроники								
8.1	Наногетероструктурные приборы квантовой и оптической электроники. Светодиоды, солнечные батареи и лазеры. /Лек/	7	1	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34	Л1.5 Л1.6Л1.1			
8.2	Резонансно-туннельные диоды. /Пр/	7	2	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34	Л1.5			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки

КМ1	Вопросы для подготовки к зачету и практическим занятиям (6 семестр).		<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация полупроводниковых приборов. Области применения. 2. Терморезисторы: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 3. Тензорезисторы: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 4. Фоторезисторы: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 5. Датчики Холла: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 6. p-n переход при равновесии. Контактная разность потенциалов. 7. Методы получения p-n перехода: диффузия. 8. Методы получения p-n перехода: ионная имплантация. 9. Методы получения p-n перехода: эпитаксия. Распределение объемного заряда, поля и потенциала в p-n переходе. 11. p-n переход при обратном смещении. 12. Барьерная емкость p-n перехода. ВФХ p-n перехода. 13. Лавинный пробой p-n перехода. 14. Туннельный пробой p-n перехода. 15. Полупроводниковый диод. Основные параметры и характеристики. 16. Варикап: назначение, основные параметры, требования к конструкции. 17. Выпрямительный диод: назначение, основные параметры, требования к конструкции. 18. Туннельный диод: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 19. Диод Ганна: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 20. Лавинно-пролетный диод: конструкция, принцип работы, основные параметры, области применения. 21. Биполярный транзистор. Конструкция. Принцип работы. 22. Токи в биполярном транзисторе. 23. Коэффициент инжекции. 24. Коэффициент переноса через базу. 25. Режимы работы биполярного транзистора. 26. Схемы включения биполярного транзистора. 27. Входные и выходные ВАХ биполярного транзистора по схеме с общей базой 28. Входные и выходные ВАХ биполярного транзистора по схеме с общим эмиттером. 29. Входные и выходные ВАХ биполярного транзистора по схеме с общим коллектором. 30. Транзистор с неоднородно-легированной базой. 31. Частотные характеристики биполярных транзисторов. 32. Малосигнальная эквивалентная схема биполярного транзистора. 33. Модель Эберса-Молла. 34. Переходные характеристики биполярного транзистора. Транзистор Шоттки. 35. Биполярный транзистор с Si-Ge базой. 36. Биполярный транзистор с поликремниевым эмиттером. 37. Гетеробиполярный транзистор. 38. Тиристоры: типы, принцип работы. 39. Симисторы: конструкция, назначение, основные параметры.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Реферат по теме "Перспективные материалы современной нано- и микроэлектроники"		<p>Отчетность включает реферат (doc) и презентацию.</p> <p>Темы на выбор:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Новые материалы для солнечных элементов на основе полупроводниковых материалов и гетероструктурных АПБВ. Методы получения гетероструктур. 2. Применение алмаза в современной электронике. Методы получения монокристаллических алмазов. 3. Современные материалы для высокотемпературной радиационно-стойкой СВЧ электроники. 4. Современные материалы для силовой электроники. 5. Современные материалы для оптоэлектроники и фотоники. 6. Новые полупроводниковые материалы и технологии для детекторов ядерного излучения. 7. Новые полупроводниковые материалы и технологии для солнечной энергетики. 9. Полупроводниковые материалы для спинтроники. Современное состояние, проблемы и перспективы. 8. Особенности технологии и конструкции приборов на основе твердых растворов SiGe. 9. Технология СВЧ НЕМТ (транзистор с высокой подвижностью электронов) на основе соединений АПБВ. 10. Технология гетеробиполярных СВЧ транзисторов на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs и Si/SiGe. 11. Конструкции, материалы и технологии создания квантовых приборов СВЧ диапазона. 12. Конструкции и технологии создания светодиодов видимого спектра на основе соединений АПБВ и их твердых растворов. 13. Конструкции и технологии создания светодиодов УФ диапазона на основе соединений АПБВ и их твердых растворов. 14. Конструкции и технологии создания фотоприемников на основе АПБВ. 15. Материалы и технологические особенности создания лазеров на АПБВ. 16. Технология приборных структур на основе карбида кремния. 17. Технология приборных структур на основе теллурида кадмия и его твердых растворов. 18. Технологические особенности создания приборных структур на основе полупроводников со структурой перовскита. <p>Примерный план реферата:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Современное состояние, уровень развития и существующие проблемы в предметной области 2. Физические основы работы выбранного прибора 3. Конструкции, параметры и способы их повышения 4. Требования к материалу. Критерий выбора материала. 5. Методы и технологии получения материалов. Проблемы. 6. Достигнутый уровень в предметной области. Привести достигнутые параметры приборов. Сравнить несколько материалов. 7. Перспективы.
----	--	--	---

P2	Домашняя работа №1 "Расчет параметров контакта и полупроводника из вольт-фарадной характеристики полупроводниковой структуры"		<p>Студент получает экспериментальные данные измерений вольт-фарадных характеристик полупроводниковых структур определенного типа и рассчитывает соответствующие параметры структуры и полупроводника.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Резкий и линейный p-n переход. Рассчитать из ВФХ контактную разность потенциалов, уровень легирования полупроводника (резкий) или градиент концентрации примеси (линейный), рассчитать градиентный потенциал исходя из значения градиента концентрации примеси. 2. МДП диод. Определить тип проводимости подложки, диэлектрическую проницаемость диэлектрика, уровень легирования подложки, встроенный заряд в диэлектрике. 3. Барьер Шоттки к гетероструктуре с двумерным электронным газом. Определить слоевую концентрацию в 2DEG, толщину барьерного слоя, напряжение отсечки и контактную разность потенциалов. 4. Барьер Шоттки к полупроводнику n-типа. Определить контактную разность потенциалов, провести воль-емкостное профилирование. <p>Отчет должен содержать теоретическую часть, описание методик, расчетную часть и выводы.</p>
P3	Домашняя работа №2 "Расчет характеристик прибора и полупроводника из вольт-амперных характеристик"		<p>Студент получает экспериментально измеренные вольт-амперные характеристики одного из четырех типов приборов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диод с p-n переходом. Необходимо построить характеристики в полулогарифмическом масштабе, вычислить коэффициент неидеальности для каждого участка и определить механизм токопереноса на данном участке, вычислить контактную разность потенциалов и последовательное сопротивление. 2. Диод с барьером Шоттки. Необходимо построить характеристики в полулогарифмическом масштабе, вычислить коэффициент неидеальности для каждого участка и определить механизм токопереноса на данном участке, вычислить контактную разность потенциалов, последовательное сопротивление, константу Ричардсона и I_0. 3. Биполярный транзистор. Построит ВАХ для схем включения с общей базой и общим эмиттером, для каждой из схем вычислить коэффициент передачи и сравнить выполнение соотношения между ними, построить зависимости коэффициентов передачи от тока коллектора. Сделать выводы. 4. Полевой транзистор (НЕМТ, с p-n переходом или МДП структурой в виде затвора. Построить выходные характеристики, вычислить коэффициент усиления и крутизну для различных токов стока. <p>Отчет должен содержать теоретическую часть, описание методик, расчетную часть и выводы.</p>
P4	Лабораторная работа №1 "Изучение статических вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик диодов с p-n переходом."		<p>Измерение статических вольт-амперных характеристик и измерение зарядных емкостей диодов с p-n переходом. Расчет параметров диода и материала из измеренных экспериментальных зависимостей.</p>

P5	Лабораторная работа №2 "Исследование вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов"		Измерение вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов для различных схем включения, их анализ, расчет коэффициентов усиления для различных типов биполярных транзисторов
P6	Лабораторная работа №3 "Исследование вольт-фарадных характеристик структур металл-диэлектрик полупроводник".		Измерение вольт-фарадных характеристик структур металл-диэлектрик полупроводник, анализ полученных характеристик и расчет параметров полупроводника, диэлектрика и границы раздела.
P7	Лабораторная работа №2 "Изучение статических вольт-амперных характеристик полевых транзисторов".		Измерение статических выходных вольт-амперных характеристик полевых транзисторов различного типа, их анализ и построение проходных характеристик, построение зависимостей крутизны от напряжения на затворе, выбор рабочей точки.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Троян П. Е.	Микроэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007
Л1.2	Земляков В. Л.	Электротехника и электроника: учебник	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2008
Л1.3	Жигарев А. А.	Электроника	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1951
Л1.4	Колесников В. Г., Никишин В. И., Сынов В. Ф., др., Федотов Я. А.	Кремниевые планарные транзисторы	Библиотека МИСиС	М.: Сов.радио, 1973
Л1.5	Зи С. М., Трутко А. Ф.	Физика полупроводниковых приборов: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1973
Л1.6	Ковалев Алексей Николаевич	Гетероструктурная наноэлектроника: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л1.7	Ковалев Алексей Николаевич	Твердотельная электроника: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.8	Лебедев А. И.	Физика полупроводниковых приборов: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Физматлит, 2008

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1977
Л2.2	Юрчук Сергей Юрьевич, Диденко Сергей Иванович, Кольцов Геннадий Иосифович, Мартынов Валерий Николаевич	Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Курс лекций	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л2.3	Киреев П. С.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л2.4	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: Учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергоатомиздат, 1985
Л2.5	Горбачев В. В., Спицына Л. Г.	Физика полупроводников и металлов: учебник для вузов по спец. 'Технология спец. материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Metallургия, 1982
Л2.6	Кольцов Геннадий Иосифович	СВЧ-приборы и интегральные микросхемы: Разд.: Расчет параметров селективно легированного гетеротранзистора: учеб. пособие для студ. спец. 200.200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.7	Кольцов Геннадий Иосифович	СВЧ-приборы и интегральные микросхемы: Разд.: Гетеробиполярные СВЧ-транзисторы: учеб. пособие для студ. спец. 200.200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.8	Кольцов Геннадий Иосифович	СВЧ-приборы и интегральные микросхемы: Разд.: Полевые транзисторы GaAs с затвором в виде барьера Шоттки: учеб. пособие для студ. спец. 200.200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.9	Мартынов В. Н., Кольцов Г. И.	Полупроводниковая оптоэлектроника: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направл. 'Электроника и микроэлектроника' и спец. 'Микроэлектроника и полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л2.10	Ковалев А. Н.	Транзисторы на основе полупроводниковых гетероструктур: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.11	Ковалев А. Н.	Транзисторы на основе полупроводниковых гетероструктур: монография	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Кольцов Геннадий Иосифович, Диденко Сергей Иванович, Орлова Марина Николаевна	Теория и расчет полупроводниковых приборов. Твердотельная электроника: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
ЛЗ.2	Кольцов Геннадий Иосифович, Горюнов Николай Николаевич, Диденко Сергей Иванович	Теория и расчет полупроводниковых приборов и интегральных схем: Разд.: Полевые транзисторы: Лаб. практикум для студ. спец. 2001 и напр. 5507: Ч.2: Лаб. работы 7-10	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
ЛЗ.3	Кольцов Геннадий Иосифович, Диденко Сергей Иванович, Орлова Марина Николаевна	Физика полупроводниковых приборов. Расчет параметров биполярных приборов: сб. задач	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ГОСТ Р 57436-2017 ПРИБОРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ Термины и определения	http://docs.cntd.ru/document/1200144924
Э2	ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА МИСИС - полнотекстовая база научной и учебной литературы	http://elibrary.misis.ru
Э3	Электронная библиотека издательство "Лань"	https://e.lanbook.com
Э4	Springer Science	https://link.springer.com
Э5	Elsevier	https://www.sciencedirect.com
Э6	Web of Science	https://apps.webofknowledge.com
Э7	Scopus	https://www.scopus.com
Э8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams
П.4	MATCAD
П.5	Microsoft Excel
П.6	Zoom
П.7	Origin 2022

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	http://elibrary.ru/
И.2	https://link.springer.com/
И.3	Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.4	Scopus https://www.scopus.com/
И.5	Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-513	Учебная аудитория	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
К-519	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 25 рабочих мест, рабочее место преподавателя с персональным компьютером, без доступа к ИТС «Интернет»

Читальный зал электронных ресурсов	комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
---------------------------------------	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина «Физика полупроводниковых приборов» требует значительного объема самостоятельной работы студента. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.