

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябцун Владимир Васильевич
Должность: Директор
Дата подписания: 15.02.2022 13:57:41
Уникальный программный ключ:
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Технологический институт-
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

ОДОБРЕНО

Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от «31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ»

Направление подготовки	27.03.04 Управление в технических системах
Профиль подготовки	Информационные технологии и аппаратные средства управления в технических системах
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Форма обучения	Очная
	4 сем
Трудоемкость, кред.	4
Объем учебных занятий в часах	144
- аудиторные занятия:	80
- лекций	32
- практических	32
- лабораторных	16
В форме практической подготовки	
- самостоятельная работа	64
Форма отчетности – зачет с оценкой	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электронные приборы» направлена на получение профессиональных компетенций связанных с рациональным выбором электронных приборов, их режимов работы и схем включения в различных устройствах.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Электронные приборы» является подготовка студентов к решению задач, связанных с рациональным выбором электронных приборов, их режимов работы и схем включения в различных устройствах.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и определений дисциплины;
- изучение основных физических явлений, происходящих в полупроводниках: генерации и рекомбинации носителей;
- освоение стандартных методик определения параметров движения носителей заряда в полупроводниках;
- формирование способности у студента применять знания, изучаемые в курсе, к решению практических задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в часть, формируемой участниками образовательных отношений раздела ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки «Управление в технических системах» профиля подготовки бакалавров «Информационные технологии и аппаратные средства управления в технических системах».

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин физика, математика, электротехника.

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код компетенции	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики

ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах

Данная дисциплина является базой для изучения курса "Электроника". Знание ее материалов необходимо при выполнении квалификационной работы, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Электронные приборы» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ПК-3	Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета, производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления
ПК-1.1	Способен обеспечивать эксплуатацию и техническое обслуживание и ремонт систем управления и автоматизации на основе организации работ подчиненного персонала
ПК-1.3	Способен проводить разработку технического задания на разработку элементов систем автоматики и управления

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
ОПК-3	З-ОПК-3 У-ОПК-3 В-ОПК-3	Знать: устройство основных типовых технических средств автоматики и управления, аппаратные и программные средства систем управления Уметь: выполнять проект технического обеспечения систем управления на базе типовых программно-аппаратных комплексов Владеть: Навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления
ПК-3	З-ПК-3	Знать: принципы работы типовых программно-аппаратных комплексов и устройств

	У-ПК-3 В-ПК-3	Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления Владеть: современными компьютерными Средствами автоматизации и управления для проведения проектно-конструкт
ПК-1.1	З-ПК-1.1 У-ПК-1.1 В-ПК-1.1	Знать: регламенты операций по эксплуатации Закрепленного оборудования систем управления и автоматизации Уметь: анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы систем управления и автоматизации Владеть: навыками по выявлению и устранению неисправностей и дефектов систем управления и автоматизации
ПК-1.3	З-ПК-1.3 У-ПК-1.3 В-ПК-1.3	Знать: правила проектирования элементов и сложных узлов электронной аппаратуры Уметь: проводить анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий «система в корпусе» Владеть: навыками по оформлению технической и Технологической документации по технологии изготовления трассировки коммутационных плат изделий «система в корпусе»

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В18	Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- лабораторные работы – совместная деятельность малых групп студентов (до 3-х человек), которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование у студента ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения выявление путей решения поставленных задач, поиск нестандартных решений, определения и расставления приоритетов в решении конструкторских задач;
- развитие навыков анализа различных сторон конструкторской деятельности направленной на получение экономически выгодных решений;
- формирование у студента ответственности за принятие решений;
- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 час.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практическая работа	Лабораторные работы	Самостоятельная работа			
Семестр 4									
1	Электронно-дырочный переход	1-6	8	8	4	20	Т(4 нед. – 5 б), ЛР1 (8 нед. – 10 б), Дз1 (9 нед. – 15 б)	КИ (11 нед.)	30
2	Электронные приборы	7-18	24	24	12	44	ЛР2 (10 нед. – 10 б), ЛР3 (12 нед. – 10 б), ЛР4 (14 нед. – 10 б), Дз2 (17 нед. – 20 б)	КИ (17 нед.)	50
3	Зачет с оценкой								20
	ИТОГО		32	32	16	64			100

Наименование тем и содержание лекционных занятий:

1. Введение. Свойства полупроводников.

Краткий исторический очерк развития отечественной и зарубежной электронной техники. Роль электронных приборов в радиоэлектронике, телекоммуникационных системах, вычислительных комплексах и других областях науки и техники. Значение курса как одной из базовых дисциплин по специальности.

Определение термина «Электронные приборы». Классификация электронных приборов по характеру рабочей среды (вакуум, разреженный газ, твердое тело), принципу действия и диапазону рабочих частот. Основные свойства и особенности электронных приборов.

Собственные и примесные полупроводники. Основные материалы полупроводниковой электроники (кремний, германий, арсенид галлия, нитрид галлия), их основные электрофизические параметры. Концентрация свободных носителей в собственном и примесном полупроводниках, ее зависимость от температуры. Уровень Ферми, его зависимость от температуры и концентрации примесей. Кинетические процессы в полупроводниках. Тепловое движение и его средняя скорость. Дрейфовое движение, подвижность носителей заряда и ее зависимость от температуры и концентрации примесей. Плотность дрейфового тока, удельная проводимость полупроводников и ее зависимость от температуры и концентрации примесей. Движение носителей в сильных электрических полях, зависимость дрейфовой скорости от напряженности электрического поля.

Процесс генерации и рекомбинации носителей. Скорость рекомбинации и время жизни неравновесных носителей. Диффузионное движение носителей, коэффициент диффузии, плотность диффузионного тока. Соотношение Эйнштейна. Появление электрического поля в полупроводнике при неравномерном распределении примесей. Время жизни и диффузионная длина носителей. Полупроводник во внешнем электрическом поле, длина экранирования. обедненный, обогащенный и инверсионный слои.

2. Электронно - дырочный переход

Физические процессы в электронно-дырочном переходе. Образование обедненного слоя, условие равновесия. Энергетическая диаграмма, распределение потенциала, напряженности электрического поля и объемного заряда в переходе. Высота потенциального барьера и ширина перехода. Температурная зависимость контактной разности потенциалов. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) идеализированного электронно-дырочного перехода.

Электронно-дырочный переход при подаче внешнего напряжения. Инжекция и экстракция носителей заряда. Особенности несимметричного перехода. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) идеализированного электронно-дырочного перехода. Распределение неравновесных носителей. Тепловой ток, его зависимость от ширины запрещенной зоны, концентрации примесей и температуры. Математическая модель и параметры идеализированного р-n-перехода: статическое и дифференциальное сопротивление, барьерная и диффузионная емкости перехода, их зависимость от приложенного напряжения.

Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющий и невыпрямляющий (омический) контакты. Барьер Шоттки. Гетеропереходы. Энергетические диаграммы. Особенности физических процессов. Особенности ВАХ.

3. ВАХ реальных диодов.

Влияние рекомбинации неравновесных носителей в ОПЗ р-n-перехода на прямой ток диода. Влияние объемного сопротивления базы диода на прямые характеристики. Влияние генерации неравновесных носителей в

ОПЗ р-n-перехода на обратный ток диода. Пробой р-n-перехода. Виды пробоя: лавинный, туннельный и тепловой. Влияние температуры на характеристики диодов.

Классификация полупроводниковых диодов по технологии изготовления, мощности, частоте и функциональному применению: выпрямительные, стабилитроны, варикапы, импульсные диоды, диоды Шоттки, туннельные и обращенные диоды. Принцип работы, характеристики, параметры, схемы включения.

4. Принцип действия биполярного транзистора.

Устройство биполярного транзистора (БТ). Зонная диаграмма. Схемы включения. Основные режимы: активный, отсечки, насыщения, инверсный. Принцип действия транзистора: физические процессы в эмиттерном переходе, базе и коллекторном переходе; распределение неосновных носителей в базе при различных режимах. Эффект модуляции ширины базы. Токи в транзисторе; коэффициенты передачи тока в схемах с общей базой (ОБ) и общим эмиттером (ОЭ). Зависимость коэффициентов прямой передачи от тока эмиттера (эффект Кирка).

5. Статические характеристики транзистора.

Модель идеализированного транзистора (модель Эберса-Молла). Физические параметры транзистора: коэффициент передачи тока, дифференциальные сопротивления и емкости переходов, объемные сопротивления областей. Статические характеристики транзистора в схемах с ОБ и ОЭ: семейства входных и выходных характеристик. Влияние температуры на характеристики транзистора. Зависимость коэффициентов прямой передачи тока от электрического режима работы. Эффект Кирка. Дрейфовые транзисторы. Малосигнальные параметры и эквивалентные схемы БТ.

6. Частотные свойства биполярного транзистора. Переходные процессы

Особенности работы транзистора на высоких частотах. Физические процессы, определяющие частотные параметры транзистора. Предельная и граничная частоты, эквивалентная схема транзистора на высоких частотах. Способы повышения рабочей частоты БТ. Переходные процессы в биполярном транзисторе. Статический режим ключевой схемы на БТ. Работа транзистора в импульсном режиме. Физические процессы накопления и рассасывания носителей заряда. Импульсные параметры транзистора. Импульсный транзистор с диодом Шоттки. Разновидности и перспективы развития БТ.

7. Полевой транзистор Полевой транзистор с управляющим р-n-переходом.

Устройство полевого транзистора (ПТ) с управляющим р-n-переходом. Принцип действия, физические процессы, влияние напряжений электродов на ширину р-n-перехода и форму канала. Статические характеристики. Крутизна. Полевой транзистор с изолированным затвором. МДП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналами. Устройство,

схемы включения. Режимы обеднения и обогащения в транзисторе со встроенным каналом и его статические характеристики. Статические характеристики ПТ с индуцированным каналом. Комплементарные МДП-транзисторы. Особенности мощных МДП-транзисторов. Малосигнальные параметры ПТ. Области применения ПТ. Сравнение полевых и биполярных транзисторов. Перспективы развития и применения ПТ.

8. Тиристоры.

Устройство, принцип действия, ВАХ, разновидности тиристоры, диодные тиристоры, триодные тиристоры, симисторы, области применения. Параметры и система обозначения переключающих приборов.

9. Полупроводниковые излучатели и приемники излучения.

Определение оптического диапазона электромагнитных колебаний. Классификация оптоэлектронных полупроводниковых приборов. Электролюминесценция. Основные типы полупроводниковых излучателей: некогерентные и когерентные полупроводниковые излучатели. Светодиоды, устройство, принцип действия, характеристики, параметры. Основные материалы, применяемые для изготовления светодиодов. Достижения в разработке светодиодов и полупроводниковых лазеров. Полупроводниковые приемники излучения: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Принцип работы, характеристики, параметры. Устройство оптронов, основные типы оптронов: резисторные, диодные, транзисторные и тиристорные. Классификация и принцип действия. Вакуумные фотоприемники: фотоэлементы и фотоэлектронные умножители.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Традиционные занятия: лекции, практические занятия.

Активные и интерактивные формы проведения занятий.

Занятия в интерактивной форме и включают:

– лабораторные работы – совместная деятельность малых групп студентов (до 3-х человек), которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия);

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, выполнение домашних заданий и оформление отчётов по лабораторным работам.

Перечень лабораторных работ

1. Исследование полупроводниковых диодов
2. Исследование биполярного транзистора
3. Исследование полевого транзистора
4. Исследование тиристора

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов используются тесты и лабораторные работы по пройденным темам. Средства оценки представлены в соответствующем фонде оценочных средств по дисциплине «Электронные приборы».

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В конце 4 семестра проводится зачет с оценкой. На зачете студенту предлагается ответить в устной форме на теоретические вопросы. Критерии оценки приведены в соответствующем фонде оценочных средств по дисциплине «Электронные приборы».

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ульрих Титце Полупроводниковая схемотехника. Том I [Электронный ресурс] / Титце Ульрих, Шенк Кристоф. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 826 с. — 978-5-4488-0052-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63579.html>
2. Латыев, С. М. Основы конструирования оптико-электронных приборов и систем. Сборник задач : учебное пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Основы конструирования оптико-электронных приборов и систем» / С. М. Латыев, А. Н. Иванов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 57 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68676.html> (дата обращения: 22.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература

1. Легостаев Н.С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Легостаев Н.С.— Электрон. текстовые данные.—

Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13943>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Легостаев Н.С. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Легостаев Н.С., Четвергов К.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13981>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Легостаев Н.С. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины/ Легостаев Н.С., Четвергов К.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 52 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13980>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Сидоренко, Е. Н. Полупроводниковая электроника : учебное пособие по специальному лабораторному практикуму «Электроника» (специальность 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи») / Е. Н. Сидоренко, А. С. Махно, А. В. Шлома. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-9275-32-05-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95810.html> (дата обращения: 22.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Романовский М.Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 1. Основные структуры полупроводниковых интегральных схем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романовский М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13933>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный)

Компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5”, клавиатура, мышь

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (<http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Авторы: М.Ф. Соколов, С.И. Сивков, к.т.н.