

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябцун Владимир Васильевич
Должность: Директор
Дата подписания: 18.06.2026 10:37:08
Уникальный программный ключ:
937d0b737ee35f07895d49b5275e8ac5334895

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 ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 2 от 03.07.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Направление	11.03.03 Конструирование и технология
подготовки	электронных средств
Профиль подготовки	Технология электронных средств
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Форма обучения	3 сем
Трудоемкость, кред.	3
Объём учебных занятий в часах	108
- аудиторные занятия:	48
- лекций	16
- практических	16
- лабораторных	16
В форме практической подготовки	
- самостоятельная работа	33
Форма отчётности – экзамен	27

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Физические основы микро- и нанoeлектроники» дает знания о рациональном выборе электронных приборов, их режимов работы и схем включения в различных устройствах и направлена на применение этих знаний для решения различных задач, в том числе связанных с профессиональной деятельностью. Освоение дисциплины предполагает изучение онлайн курса «Основы физики полупроводников и электроники», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование».

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Физические основы микро- и нанoeлектроники» 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 образовательной программы «Технология электронных средств» по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств».

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

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

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код компетенции	Компетенция
УК1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ПК5	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности

Указанные связи и содержание дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

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

Процесс изучения дисциплины «Физические основы микро- и нанoeлектроники» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПК-1	Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы электронных средств
ПК-5	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности
ПК-4.1	Способен корректировать схемотехнические описания отдельных блоков электронных устройств

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
УК-1	З-УК-1 У-УК-1 В-УК-1	Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

ПК-1	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1	Знать: источники информации по функционированию и Проектированию электронных средств, методы их исследования Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений Владеть: навыками построения моделей объектов Профессиональной деятельности с использованием Инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
ПК-5	З-ПК-5 У-ПК-5 В-ПК-5	Знать: отраслевые нормативные требования к разработке технических заданий Уметь: оформлять технические задания на детали, сборочные единицы и систему в целом Владеть: навыками разработки технических заданий на отдельные блоки и систему в целом
ПК-4.1	З-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	Знать: стандарты, технические условия и нормативные документы по разработке проектной и технической документации Уметь: соблюдать и обеспечивать особый режим и регламенты работы с конструкторской документацией на предприятиях ЯОК Владеть: способностью интегрировать отдельные Схемотехнические решения с учетом основных принципов и методов обеспечения надежности блоков электронных устройств

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 формирование 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 3 зачетные единицы, 108час.

№ 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			
3 семестр									
1	Электронно-дырочный переход	1-6	8	8	8	18	ЛР1 (6) Дз1 (5) ЛР2 (8) Т1(3) Т2(5) Т3(7)	КИ1(8)	30
2	Физические основы микро- и нанoeлектроники	7-18	8	8	8	15	ЛР3 (10) Дз2 (11) ЛР4 (12) Т4(11) Т5(13) Т6(15)	КИ2(16)	30
3	Экзамен								40
	ИТОГО		16	16	16	33			100
	Примечание - ЛР – лабораторная работа. - ДЗ – домашнее задание. - КИ – контроль итогов. - Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6 – тесты онлайн курса «Основы физики полупроводников и электроники», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование».								

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 «Физические основы микро- и нанoeлектроники». 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 слой.

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-п-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-п-перехода на прямой ток диода. Влияние объемного сопротивления базы диода на

прямые характеристики. Влияние генерации неравновесных носителей в ОПЗ р-п-перехода на обратный ток диода. Пробой р-п-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-п-переходом.

Устройство полевого транзистора (ПТ) с управляющим р-п-переходом. Принцип действия, физические процессы, влияние напряжений электродов на ширину р-п-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 тиристорov, 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 включают:

– практические 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 практических работ

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

Для углубленного изучения дисциплины студенты в рамках самостоятельной работы осваивают модули онлайн курса «Основы физики полупроводников и электроники», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование»:

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Модуль онлайн курса «Основы физики полупроводников и электроники»
1	Введение. Свойства полупроводников.	1-5	Введение. Принцип работы биполярного транзистора.
2	Электронно - дырочный переход	6-7	Граничные условия Шокли. Неосновные носители заряда в области базы биполярного транзистора.
3	Принцип действия биполярного транзистора	8-9	Ток коллектора биполярного транзистора. Ток базы биполярного транзистора. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора.
4	Частотные свойства биполярного транзистора. Переходные процессы	10-11	Графический метод анализа транзисторных схем. Приближенный метод анализа транзисторных схем. Биполярный транзистор в режиме насыщения. Дифференциальный метод анализа транзисторных схем.
5	Полевой транзистор	12-14	Электрофизические свойства структуры металл-диэлектрик-полупроводник. Транзисторы на основе структуры металл-диэлектрик-полупроводник.
6	Тиристоры. Полупроводниковые излучатели и приемники излучения.	15-16	Логические схемы на полевых МОП-транзисторах. Передача данных и комбинационные логические схемы. Устройства памяти и последовательные логические схемы на основе триггеров.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Средства и технологии оценки
УК-1	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1	Т1-Т6, ДЗ1, ДЗ2, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
ПК-1	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1	Т1-Т6, ДЗ1, ДЗ2, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
ПК-5	3-ПК-5 У-ПК-5 В-ПК-5	Т1-Т6, ДЗ1, ДЗ2, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
ПК-4.1	3-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	Т1-Т6, ДЗ1, ДЗ2, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
Примечание - ЛР – лабораторная работа. - ДЗ – домашнее задание. - Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6 – тесты онлайн «Основы физики полупроводников и электроники», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование».		

Этапы формирования компетенций

Контролируемые разделы (темы) дисциплины /этапов практики	Коды компетенции	Коды индикаторов	Виды аттестации		
			Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Электронно-дырочный переход	УК-1 ПК-1 ПК-5 ПК-4.1	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1 3-ПК-5 У-ПК-5 В-ПК-5 3-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	ЛР1 (6 нед. 5 б.) ДЗ1 (5 нед. 5 б.) ЛР2 (8 нед. – 5 б.) Т1(3 нед. – 5 б.) Т2(5 нед. – 5 б.) Т3(7 нед. – 5 б.)	КИ (9 нед.)	Экзамен
Раздел 2. Физические	УК-1 ПК-1	3-УК-1 У-УК-1	ЛР3 (10 нед. 5 б.)	КИ (18 нед.)	

Контролируемые разделы (темы) дисциплины /этапов практики	Коды компетенци й	Коды индикаторов	Виды аттестации		
			Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промеж уточная аттестация
основы микро- и наноэлектроники	ПК-5 ПК-4.1	В-УК-1 З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1 З-ПК-5 У-ПК-5 В-ПК-5 З-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	ДЗ2 (11 нед. 5 б.) ЛР4 (12 нед. – 5 б.) Т4(11 нед. – 5 б.) Т5(13 нед. – 5 б.) Т6(15 нед. – 5 б.)		

Оценка за каждый раздел дисциплины выставляется по итогам проведения текущего контроля.

Раздел	Форма текущего контроля	Максимальный балл за текущий контроль	Максимальный балл за раздел
1. Электронно-дырочный переход	Т1	5	30
	Т2	5	
	Т3	5	
	ЛР1	5	
	ЛР2	5	
	ДЗ1	5	
2. Электронно-дырочный переход	Т3	5	30
	Т4	5	
	Т5	5	
	ЛР3	5	
	ЛР4	5	
	ДЗ2	5	

Критерии оценивания разработаны с учётом методик AtomSkills по направлению ГК «Росатом» и соответствуют спецификации стандартов WorldSkills (WSSS). Каждому разделу дисциплины назначен процент относительной важности – так же как и в рамках WSSS. Сумма всех процентов относительной важности составляет 100.

Критерии оценки тестов:

- 5 баллов выставляется студенту, если получены правильные ответы на 90-100% вопросов;
- 4 балла выставляется студенту, если получены правильные ответы на 70-80% вопросов;
- 2-3 баллов выставляется студенту, если получены правильные ответы на 60-70% вопросов;
- 0-1 баллов выставляется студенту, если получены правильные ответы на менее 60 % вопросов.

Критерии оценки за лабораторную работу:

Шкала оценивания (максимальное количество баллов за одну лабораторную работу – 5 баллов)

5 баллов – ставится при правильном и уверенном ответе студента на вопросы преподавателя и контрольные вопросы и при наличии оформленного отчета по лабораторной работе;

4 балла – ставится при незначительных ошибках студента на вопросы преподавателя или неточностях;

3-0 балл – ставится при невыполнении лабораторной работы, неправильном изложении материала и при неправильных ответах на контрольные вопросы и вопросы преподавателя.

Критерии оценки домашней работы:

1. Полнота и правильность выполнения задания.
2. Свободное владение терминологией и изученным материалом.

Шкала оценивания (максимальное количество баллов – 5 б.):

5-4 б. – задание выполнено правильно, полно и в срок, предусмотренный КТП.

3-2 б. – задание выполнено, однако содержит незначительные ошибки или выполнено правильно, но с нарушением сроков.

2-1 б. – выполнено с ошибками и с нарушением сроков.

1-0 б. – при выполнении задания были допущены принципиальные ошибки.

Шкала оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Критерий оценивания	Шкала оценивания
студент полностью раскрыл содержание теоретических вопросов, самостоятельно, без наводящих вопросов, решил предложенную задачу, объяснил и мотивировал решение задачи, смог разъяснить особенности применения теоретических знаний на практике, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы преподавателя.	38-40

Критерий оценивания	Шкала оценивания
студент раскрыл содержание теоретических вопросов, продемонстрировал знания основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание, что может выражаться в уверенном ответе на вопросы преподавателя, но не смог сразу разъяснить особенности применения теоретических знаний на практике.	37-25
студент раскрыл содержание вопросов с большими затруднениями, требовалась помощь преподавателями в форме наводящих вопросов, напоминания алгоритмов решения задачи, студент затруднялся в объяснении решения задачи	24-11
студент не смог раскрыть содержание теоретических вопросов, продемонстрировать знания в решении задачи, даже если преподаватель пытался помочь в форме наводящих вопросов и напоминания алгоритмов решения задачи	10-0

Шкала итоговой оценки за семестр

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	A	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
		работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	«Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	«Неудовлетворительно» - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Вопросы к экзамену

1. Электронно-дырочный переход. Равновесное состояние. Контактная разность потенциалов (встроенный потенциал). Обедненная область.
2. p-n переход при прямом и обратном смещении. Вольт - амперная характеристика идеального диода.
3. Прямая характеристика реального диода. Влияние тока рекомбинации и объемного сопротивления базы на прямую ВАХ.
4. Обратная ВАХ реального диода. Влияние температуры на характеристики диода.
5. Пробой p-n перехода. Лавинный, туннельный и тепловой пробой. Стабилитроны.
6. Барьерная и диффузионная емкости p-n перехода. Варикапы.
7. Переходные процессы в p-n переходе. Отпирание и запираание p-n перехода. Импульсные характеристики диода. Диод Шоттки.
8. Биполярные транзисторы. Принцип работы транзистора. Коэффициент прямой передачи в схеме с общей базой. Модель Эберса-Молла. Входные и выходные ВАХ в схеме с общей базой и общим эмиттером.

9. Зависимость коэффициентов прямой передачи от напряжения коллектор-база и тока эмиттера. Эффект Кирка.
10. Малосигнальные эквивалентные схемы биполярных транзисторов в схеме ОБ. h -параметры.
11. Малосигнальные эквивалентные схемы биполярных транзисторов в схеме ОЭ. h -параметры.
12. Зависимость коэффициентов прямой передачи биполярного транзистора от частоты. Предельные частоты. Граничная частота.
13. Ключевой режим работы биполярного транзистора. Переходные процессы в биполярном транзисторе. Накопление и рассасывание заряда в базовой области.
14. Полевые транзисторы (ПТ). Их классификация. ПТ с управляющим р-п переходом. Выходные и стоко-затворные ВАХ. Температурная зависимость параметров
15. Крутизна полевого транзистора. Малосигнальная эквивалентная схема.
16. ПТ с изолированным затвором (встроенным и индуцированным каналом), их выходные и стоко-затворные ВАХ. Особенности мощных ПТ.
17. Тиристоры. Управляемый и неуправляемый тиристор. Симистор.
18. Приемники оптического излучения: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы.
19. Светоизлучающие диоды. Оптопары.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Асеев, А. Л. Полупроводники и нанотехнологии : учебное пособие / А. Л. Асеев. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2023. — 144 с. — ISBN 978-5-4437-1360-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134582.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Ланге, П. К. Физика полупроводников и нанотехнологий : учебно-методическое пособие / П. К. Ланге. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 88 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91129.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Онлайн курс «Основы физики полупроводников и электроники», размещенный на Национальной платформе «Открытое образование». https://openedu.ru/course/mephi/mephi_bmos/?session=fall_2025

4. Филяк, М. М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках : учебное пособие / М. М. Филяк. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 134 с. — ISBN 978-5-7410-1188-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/54132.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература

1. Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники : учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 239 с. — ISBN 978-5-86889-679-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72057.html>

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. 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

Программное обеспечение:

Специальное программное обеспечение не требуется.

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Национальная платформа открытого образования: <https://openedu.ru/my/courses/>.
3. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>.

4. Справочная система Актион URL: <https://action360.ru/>
5. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
6. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система IPRbooks URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.
8. Электронно-библиотечная система Лань URL: <https://e.lanbook.com/>

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: компьютер: процессор Intel Core i3; оперативная память 8GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5", Foxit Reader.

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.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории № 203.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» профиля подготовки бакалавров «Технология электронных средств».

Авторы: старший преподаватель кафедры ТСКУ А.А. Романова