|  |  |
| --- | --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение | |
| высшего образования | |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина | |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» | |
|  | |
| Институт | Мехатроники и информационных технологий |
| Кафедра | Автоматики и промышленной электроники |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  **УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** | | |
| **Теоретические основы полупроводниковой электроники** | | |
| Уровень образования | бакалавриат | |
| Направление подготовки | 27.03.04 | Управление в технических системах |
| Профиль | Информационные технологии в проектировании встраиваемых систем управления технологическими процессами | |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года | |
| Форма обучения | очная | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы полупроводниковой электроники» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 1 от 24.08.2021 г. | | | |
| Разработчик рабочей программы учебной дисциплины: | | | |
|  | Доцент | С.В. Захаркина | |
|  |  |  | |
| Заведующий кафедрой: | | Д.В. Масанов |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Теоретические основы полупроводниковой электроники» изучается в четвертом семестре.
      2. Курсовая работа – не предусмотрена.

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| Экзамен |  |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Теоретические основы полупроводниковой электроники» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.
      2. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:
    - Физика;
    - Математика;
    - Электротехника.
      1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин:
    - Аналоговые устройства микропроцессорных систем;
    - Элементы цифровой вычислительной техники.
      1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

* + - 1. Целями освоения дисциплины «Теоретические основы полупроводниковой электроники» является:
      2. - Знакомство с физическими принципами работы современных полупроводниковых приборов, действие которых основано на свойствах контакта металл-полупроводник, p-n перехода, гетероперехода, структуры металл-диэлектрик-полупроводник;
      3. - Выработке умения математически описывать физические процессы, лежащие в основе действия полупроводниковых приборов различного назначения и на основе полученных соотношений рассчитывать их параметры
      4. - Формирование навыков моделирования устройств электроники и проведения экспериментальных исследований.
      5. Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора**  **достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ПК-5  Способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию на технические системы автоматизации, управлять жизненным циклом продукции и ее качеством, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, проводить технико-экономическое обоснование проектных решений. | ИД-ПК-5.5  Проектирование, моделирование, экспериментальное исследование средств и систем автоматизации, управления и контроля | - Знает принцип действия важнейших полупроводниковых приборов (прежде всего диодов, биполярных и полевых транзисторов, интегральных структур);  - Способен строить математические модели полупроводниковых приборов различного назначения, на основе которых рассчитывать их параметры и строить эквивалентные схемы для различных режимов и частотных диапазонов их работы;  - Использует математические модели полупроводниковых приборов с целью определения их характеристик и основных параметров, а также построение эквивалентных схем для различных режимов работы. |
| ПК-6  Способен к проведению научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок при исследовании систем автоматизации, в том числе проведению патентных исследований, определению характеристик продукции (услуг), проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований. | ИД-ПК-6.2  Проведение научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок при исследовании систем автоматизации | - Анализирует особенности полупроводниковых приборов и правильно выбирает элементную базу для построения радиотехнических устройств;  - Владеет методами анализа и синтеза радиоэлектронных устройств с учетом особенностей работы полупроводниковых приборов в различных режимах и частотных диапазонах их применения.  - Критически и самостоятельно осуществляет анализ учебной и научной литературы;  - обладает готовностью к решению задач анализа и синтеза радиоэлектронных устройств на современной элементной базе |
| ПК-7  Способен разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить экспериментальные исследования на различных математических моделях, действующих макетах и образцах автоматизированных систем, обрабатывать полученные экспериментальные данные | ИД-ПК-7.1  Расчет основного и вспомогательного оборудования технологического процесса, средств и систем автоматизации, проведение имитационных и вычислительных экспериментов с целью обоснования проектных решений по внедрению системы автоматизации | - Знает методы расчета и измерения основных параметров электрических и электронных цепей;  - Владеет методикой анализа структурных и электрических схем с помощью с помощью ЭВМ, а также грамотно и целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа  - Демонстрирует навыки эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования;  - Применяет методы расчета и измерения основных параметров электрических и электронных цепей. |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения – | 3 | **з.е.** | 108 | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Структура и объем дисциплины** | | | | | | | | | |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, час** | | |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | **курсовая работа** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 4 семестр | Экзамен | 108 | 18 |  | 36 |  |  | 27 | 27 |
| Всего: |  | 108 | 18 |  | 36 |  |  | 27 | 27 |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:**  **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;**  **форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | | | | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;**  **формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** | | | |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | **Лабораторные работы, час** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Четвертый семестр** | | | | | | |
| ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 | **Раздел I. Основы твердотельной электроники.** | **4** | **х** | **4** | **х** | **2** |  |
| Тема 1.1  Основы теории полупроводниковых приборов. Р-n-переход. | 2 |  |  |  |  | Формы текущего контроля  по разделу I:  1. устный опрос  2. письменный отчет о лабораторной работе |
| Тема 1.2  Классификация электрических переходов. Вольтамперная характеристика. Виды пробоя перехода. Контакты металл-полупроводник. Гетеропереходы | 2 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 1.1  Изучение процедуры моделирования полупроводниковых приборов в программе Multisim |  |  | 4 |  | 2 |
| ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 | **Раздел II. Полупроводниковые диоды** | **2** | **х** | **4** | **х** | **6** | Формы текущего контроля  по разделу II:  1. устный опрос,  2. тестирование по теме  3. письменный отчет о лабораторной работе |
| Тема 2.1  Общие сведения о диодах. Классификация диодов, их вольтамперные характеристики. | 1 |  |  |  |  |
| Тема 2.2  Применение полупроводниковых диодов. Барьерная и  Диффузионная емкости диода | 1 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 2.1  Исследование вольтамперной характеристики выпрямительного диода. |  |  | 2 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 2.2  Однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. |  |  | 2 |  | 4 |
| ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 | **Раздел III.** **Биполярные транзисторы** | **4** | **х** | **8** | **х** | **6** | Формы текущего контроля  по разделу III:  1. устный опрос,  2. письменный отчет о лабораторной работе |
| Тема 3.1  Структура биполярного транзистора и физические процессы в нем происходящие. Основные схемы включения. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 3.2  Статические характеристики биполярного транзистора. Режимы работы транзистора. Предельные режимы его работы. | 2 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 3.1  Исследование входной, семейства выходных и передаточной характеристик биполярного транзистора. |  |  | 4 |  | 3 |
| Лабораторная работа № 3.2  Исследование схемы усилительного каскада с общим эмиттером. |  |  | 4 |  | 3 |
| ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 | **Раздел IV.** **Полевые транзисторы** | **4** | **х** | **8** | **х** | **4** | Формы текущего контроля  по разделу IV:  1. устный опрос,  2. тестирование письменное  3. письменный отчет о лабораторной работе |
| Тема 4.1  Полевой транзистор с «р-n» переходом. Схемы включения полевых транзисторов статические характеристики. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 4.2  Полевые транзисторы с изолированным затвором. | 2 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 4.1  Исследование полевых транзисторов с «р-n» переходом. |  |  | 4 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 4.2  Усилительный каскад на полевом транзисторе |  |  | 4 |  | 2 |
| ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 | **Раздел V. Стабилизаторы** | **2** | **х** | **8** | **х** | **4** | Формы текущего контроля  по разделу V:  1. устный опрос  2. письменный отчет о лабораторной работе |
| Тема 5.1  Параметрический стабилизатор | 1 |  |  |  |  |
| Тема 5.2  Компенсационный стабилизатор | 1 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 5.1  Исследование параметрического стабилизатора |  |  | 4 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 5.2  Исследование компенсационного стабилизатора |  |  | 4 |  | 2 |
| ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 | **Раздел VI. Тиристоры** | **2** | **х** | **4** | **х** | **5** |  |
| Тема 6.1  Принцип работы тиристора | 2 |  |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 6.1  Исследование работы динистора и тринистора |  |  | 4 |  | 5 |  |
|  | Экзамен | х | х | х | х | 27 | экзамен по билетам |
|  | **ИТОГО за весь период** | **18** |  | **36** |  | **54** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Основы твердотельной электроники.** | |
| Тема 1.1 | Основы теории полупроводниковых приборов. Р-n-переход. | Образование энергетических зон в твёрдом теле. Разрешённая и запрещённая зона. Зона проводимости, валентная зона. Статистика носителей заряда в твёрдом теле. Кристаллическая структура полупроводников. Распределение энергетических зон согласно трёхмерной модели кристалла. Электропроводность собственных полупроводников. Примесные полупроводники. Полупроводники p-типа и n-типа. |
| Тема 1.2 | Классификация электрических переходов. Вольтамперная характеристика. Виды пробоя перехода. Контакты металл-полупроводник. Гетеропереходы | Электронно-дырочный переход. Методы создания электронно-дырочных переходов. Распределение потенциала в области объемного заряда  электронно-дырочного перехода.  Контакт между полупроводниками с одинаковыми типами электропроводности. Контакт металл-полупроводник. Гетеропереходы. |
| **Раздел II** | **Полупроводниковые диоды** | |
| Тема 2.1 | Общие сведения о диодах. Классификация диодов, их вольтамперные характеристики. Применение полупроводниковых диодов. | Вольтамперная характеристика диода. Распределение неосновных носителей в базе диодов с разной толщиной базы при прямом и обратном включении. Диффузионные токи в диоде, связанные с инжекцией и экстракцией неосновных носителей заряда. Тунельный и обращенный диоды. Типы диодов. Использование диодов в радиоэлектронной аппаратуре. Пробой электронно-дырочного перехода (лавинный, туннельный, тепловой).  Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. |
| Тема 2.2 | Применение полупроводниковых диодов. Барьерная и  Диффузионная емкости диода | Барьерная и диффузионная емкости диода. Эквивалентные схемы диода по переменному  току. Типы диодов: силовые диоды, стабилитроны, импульсные диоды, диоды Шоттки,  варикапы. |
| **Раздел III** | **Биполярные транзисторы** | |
| Тема 3.1 | Структура биполярного транзистора и физические процессы в нем происходящие. Основные схемы включения. | Модель Эберса-Молла. Схема с общим эмиттером. Схема с общей базой. Схема с общим коллектором. Вывод выражений входных и выходных характеристик для включений по схеме с общей базой, общим эмиттером, общим коллектором. Эквивалентная схема транзистора. |
| Тема 3.2 | Статические характеристики биполярного транзистора. Режимы работы транзистора. Предельные режимы его работы. | Статические характеристики биполярного транзистора. Стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току с помощью отрицательной обратной связи. Режимы работы классов А, В и АВ. |
| **Раздел IV** | **Полевые транзисторы** | |
| Тема 4.1 | Полевой транзистор с «р-n» переходом. Схемы включения полевых транзисторов статические характеристики. | Принцип действия и конструкция полевых транзисторов с р-n переходом в качестве затвора. Статистические характеристики полевого транзистора с р-n переходом в качестве затвора. Основные параметры. Расчет выходных статистических характеристик. |
| Тема 4.2 | Полевые транзисторы с изолированным затвором. | Принцип действия и конструкция полевых транзисторов с изолированным затвором. Статистические характеристики полевого транзистора с изолированным затвором. Основные параметры. |
| **Раздел V** | **Стабилизаторы** | |
| Тема 5.1 | Параметрический стабилизатор | Принцип действия параметрического стабилизатора. Параметры характеристики. |
| Тема 5.2 | Компенсационный стабилизатор | Последовательный компенсационный стабилизатор. Параллельный компенсационный стабилизатор. Параметры характеристики. |
| **Раздел VI** | **Тиристоры** | |
| Тема 6.1 | Принцип работы тиристора | Структура и принцип действия. Способы переключения. Конструкция и технология изготовления. Параметры и характеристики. |

## Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и лабораторные занятия самостоятельно;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед зачетом с оценкой по необходимости.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение** | **Задания для самостоятельной работы** | **Виды и формы контрольных мероприятий**  **(учитываются при проведении текущего контроля)** | **Трудоемкость, час** |
| **Раздел III** | **Биполярные транзисторы** | | | |
| Тема 3.4 | Динамические параметры транзистора с ОБ | Подготовить конспект первоисточника | устное собеседование | 4 |
| **Раздел VI** | **Тиристоры** | | | |
| Тема 6.3 | Управляемый выпрямитель | Подготовить конспект первоисточника | устное собеседование | 4 |

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов**  **в 100-балльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности** | | |
| **универсальных**  **компетенций** | **общепрофессиональных компетенций** | **профессиональной(-ых)**  **компетенции(-й)** |
|  |  | ПК-5:  ИД-ПК-5.5  ПК-6:  ИД-ПК-6.2  ПК-7:  ИД-ПК-7.1 |
| высокий |  | отлично | - | - | Обучающийся:  – способен провести целостный анализ особенностей полупроводниковых приборов и правильно выбирает элементную базу для построения радиотехнических устройств;  – отлично владеет методами анализа и синтеза радиоэлектронных устройств с учетом особенностей работы полупроводниковых приборов в различных режимах и частотных диапазонах их применения.  *–* свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;  – демонстрирует отличные навыки эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования. |
| повышенный |  | хорошо |  |  | Обучающийся:  – анализирует особенности полупроводниковых приборов и выбирает элементную базу для построения радиотехнических устройств с незначительными пробелами;  – хорошо владеет методами анализа и синтеза радиоэлектронных устройств с учетом особенностей работы полупроводниковых приборов в различных режимах и частотных диапазонах их применения;   * достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;   – демонстрирует хорошие навыки эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования. |
| базовый |  | удовлетворительно |  | *-* | Обучающийся:  – анализирует особенностей полупроводниковых приборов и выбирает элементную базу для построения радиотехнических устройств с ошибками;  – владеет методами анализа и синтеза радиоэлектронных устройств с учетом особенностей работы полупроводниковых приборов в различных режимах и частотных диапазонах их применения на базовом уровне;   * демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;   – демонстрирует удовлетворительные навыки эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования. |
| низкий |  | неудовлетворительно | Обучающийся:   * демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; * испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; * ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. | | |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Теоретические основы физики полупроводников» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий** |
| --- | --- | --- |
| *1* | Тест по разделу II «Полупроводниковые диоды» | 1. При низких температурах чистые полупроводники ведут себя как: Выберите один ответ.   a. Ферромагнетик   b. Проводник   c. Диэлектрик   d. Металл 2. Связь атомов в кристаллической решетке полупроводников является: 3. Выберите один ответ.   a. ионной  b. водородной  c. ковалентной  d. молекулярной  e. металлической  4. Удельное сопротивление полупроводников:  Выберите один ответ.  a. увеличивается с уменьшением давления  b. увеличивается с увеличением температуры  c. уменьшается с увеличением влажности  d. уменьшается с увеличением температуры  5. В полупроводниках p-типа основными носителями заряда являются:  Выберите один ответ.  a. Протоны  b. Дырки  c. Позитроны  d. Нейтроны  e. Электроны |
| *2* | Тест по разделам «Биполярные транзисторы» и «Полевые транзисторы» | 1. Каково соотношение токов в биполярном транзисторе  a.  b.  c,  d,  e.  2. Как изменяется ток коллектора биполярного транзистора под действием температуры:  а. увеличивается  b. уменьшается  c. становится равным току базы  d. не изменяется  4. Инжекция носителей зарядов осуществляется из  a. коллектора в базу  b. базы в эмиттер  с. эмиттера в коллектор  d. эмиттера в базу  e. коллектора в эмиттер  3.    а. Iи = 10 mA.  b. Iи = 0 ÷ 10mA  c. Iи = 5 mA.   d. Iи = 0.  e. Данных не достаточно.  4.  На каком рисунке изображен полевой транзистор с управляющим p-n переходом и каналом p-типа?    а. 1  b. 2  c. 3   d. 4  e. 5  5.  Между какими электродами прикладывается управляющее напряжение в полевом транзисторе?  а. Между стоком и истоком.  b. Между стоком и затвором.  c. Между стоком и корпусом транзистора.  d. Между затвором и корпусом транзистора.  e. Между истоком и затвором. |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** | |
| Отчет о лабораторной работе | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. |  | 5 | |
| Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. |  | 4 | |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. |  | 3 | |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. |  | 2 | |
| Работа не выполнена. |  |
| Тест по разделу «Полупроводниковые диоды» | За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Тип используемой шкалы-номинальная**.**  Номинальная шкала предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию выставляется 0.5 балла, за не правильный — ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая-либо из его частей.  Правила оценки всего теста:  общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл - 10 баллов. |  | 5 | 85% - 100% |
|  | 4 | 65% - 84% |
|  | 3 | 41% - 64% |
|  | 2 | 40% и менее 40% |
| Тест по разделам «Биполярные транзисторы» и «Полевые транзисторы» | За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Тип используемой шкалы-номинальная**.**  Номинальная шкала предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию выставляется 2 балла, за не правильный — ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая-либо из его частей.  Правила оценки всего теста:  общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл - 10 баллов. |  | *5* | *85% - 100%* |
|  | *4* | *65% - 84%* |
|  | *3* | *41% - 64%* |
|  | *2* | *40% и менее 40%* |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| Экзамен:  в устной форме по билетам | Билет 1   1. Что называется полупроводниковым диодом 2. Какова структура биполярного транзистора   Билет 2   1. Поясните в чем состоят отличия в свойствах и параметрах кремниевых и германиевых выпрямительных диодов 2. Какова входная характеристика биполярного транзистора   Билет 3   1. Режимы работы усилительных каскадов на биполярном транзисторе 2. Статические характеристики МДП транзистора с индуцированным каналом   Билет 4   1. Способы обеспечения смещения в усилительных каскадах 2. Нарисуйте и объясните управляющие и выходные характеристики полевого транзистора   Билет 5   1. Чем отличается полевой транзистор с изолированным затвором от транзистора с управляющим р-п переходом 2. Объясните механизм выпрямления тока на контакте металл-полупроводник |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Экзамен:  в письменной форме по билетам | Обучающийся:   * демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; * свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; * способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; * логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; * свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.   Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. |  | 5 |
| Обучающийся:   * показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; * недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; * недостаточно логично построено изложение вопроса; * успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, * демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.   В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. |  | 4 |
| Обучающийся:   * показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; * не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; * справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы.   Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. |  | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.  На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. |  | 2 |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль: |  |  |
| - отчет по лабораторной работе |  | 2 – 5 |
| - тест по разделу «Полупроводниковые диоды» |  | 2 – 5 |
| - тест по разделам «Биполярные транзисторы» и «Полевые транзисторы» |  | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация  (Экзамен) |  | отлично  хорошо  удовлетворительно  неудовлетворительно |
| **Итого за семестр** (дисциплину)  Экзамен |  |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
    - проблемная лекция;
    - проведение интерактивных лекций;
    - групповых дискуссий;
    - преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей;
    - поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
    - использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
      2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
      3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
      4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
      5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
      6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
      7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ *ДИСЦИПЛИНЫ*

* + - 1. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| **119071, г. Москва, Малая Калужская улица, дом 1, строение 1** | |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * 10 персональных компьютеров; * проектор, * экран. |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * проектор, * экран, * 10 персональных компьютеров |
| аудитории для проведения занятий по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * 10 персональных компьютеров, * экран, * проектор |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| читальный зал библиотеки | компьютерная техника; подключение к сети «Интернет» |

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год**  **издания** | **Адрес сайта ЭБС**  **или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Титце У.,  К.Шенк К. | Полупроводниковая схемотехника. | Учебное пособие | М.: ДМК Пресс: Додэка, | 2009 | http://znanium.com/catalog/product/406906 |  |
| 2 | Фролов В.А | Электронная техника.  Схемотехника электронных схем | Учебник | М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ» | 2015 | http://znanium.com/catalog/product/892495 |  |
| 3 | Захаркина С.В., Виниченко С.Н., Власенко О.М., Румянцев Ю.Д., Тимохин А.Н., Рыжкова Е.А. | Основы полупроводниковой электроники: Мультимедийное сопровождение лекций. | Учебное пособие, Электронное учебное издание | М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, | 2019 | электронная информационно-образовательная среда университета | 10 |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Хернитер  Марк Е. | Multisim® 7. Современная система компьютерногомоделирования и анализа схем электронных устройств | Учебное пособие | М.: ДМК пресс | 2009 | http://znanium.com/catalog/product/406514 | - |
| 2 | Масленников В.В. | Основная элементная база электронных устройств | Учебное пособие | М.: НИЯУ "МИФИ" | 2012 | http://znanium.com/catalog/product/566173 | - |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) | | | | | | | |
| 1 | Румянцев Ю.Д.,  Круглова С.В. | Компьютерное моделирование электронных устройств в программе Multisim | Учебное пособие | М.: МГУДТ | 2005 | электронная информационно-образовательная среда университета | 25 |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

## Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»  <http://znanium.com/> |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | Электронные ресурсы компании ЦИТМ Экспонента https://exponenta.ru/ |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | Энциклопедия АСУ ТП. https://www.bookasutp.ru/ |
|  | Всероссийская патентно-техническая библиотека https://www1.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/index.php |
|  | Наукометрическая база данных Scopus https://www.scopus.com/home.uri |
|  | Наукометрическая база данных [Web of Science](http://webofknowledge.com/) https://access.clarivate.com/ |
|  | Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/> |
|  | Поисковая система [PatSearch](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php#PatSearch) |
|  | [Национальная электронная библиотека (НЭБ)](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php#NEB) |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | NI Multisim | контракт № |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений**  **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания**  **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |