**Министерство науки и высшего образования РФ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

**Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

# Рабочая программа дисциплины
# ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

| | |
|---|---|
| **Блок:** | **Блок 1 «Дисциплины (модули)»** |
| **Часть образовательной программы:** | **Часть, формируемая участниками образовательных отношений** |
| **№ дисциплины по учебному плану:** | **Б1.Ч.01.07** |
| **Трудоемкость в зачетных единицах:** | **6 семестр - 4;<br>7 семестр - 5;<br>всего - 9** |
| **Часов (всего) по учебному плану:** | **324 часа** |
| **Лекции** | **6 семестр - 28 часа;<br>7 семестр - 32 часа;<br>всего - 60 часов** |
| **Практические занятия** | **6 семестр - 14 часов;<br>7 семестр - 16 часов;<br>всего - 30 часов** |
| **Лабораторные работы** | **7 семестр - 16 часов;** |
| **Консультации** | **7 семестр - 16 часов;** |
| **Самостоятельная работа** | **6 семестр - 99,5 часа;<br>7 семестр - 93,2 часа;<br>всего - 192,7 часа** |
| **в том числе на КП/КР** | **не предусмотрено учебным планом** |
| **Иная контактная работа** | **7 семестр - 4 часа;** |
| **включая:<br>Тестирование<br>Расчетно-графическая работа<br>Контрольная работа<br>Лабораторная работа** | |
| **Промежуточная аттестация:** | |
| **Экзамен<br>Защита курсовой работы<br>Экзамен** | **6 семестр - 2,5 часа;<br>7 семестр - 1 час;<br>7 семестр - 1,8 часа;<br>всего - 5,3 часов** |

**Москва 2019**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

| | | |
|---|---|---|
| Преподаватель | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»<br>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ<br>Владелец: Носова Ю.М.<br>Идентификатор: R16b145c9-OzhoginaYM-ed80e726 | Ю.М. Носова |
| (должность) | (подпись) | (расшифровка подписи) |

**СОГЛАСОВАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Руководитель образовательной программы | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»<br>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ<br>Владелец: Холодный Д.С.<br>Идентификатор: R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d | Д.С. Холодный |
| (должность, ученая степень, ученое звание) | (подпись) | (расшифровка подписи) |
| Заведующий выпускающей кафедры | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»<br>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ<br>Владелец: Славинский А.З.<br>Идентификатор: R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214 | А.З. Славинский |
| (должность, ученая степень, ученое звание) | (подпись) | (расшифровка подписи) |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение методов расчета параметров полупроводниковых структур и применение их при конструировании полупроводниковых приборов и интегральных микросхем

**Задачи дисциплины**

- Изучение физических явлений и процессов, происходящих в полупроводниковых приборах;
- Ознакомление с технологическими методами производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем;
- Изучение методов расчета параметров полупроводниковых структур и построение их физической и математической моделей;
- Ознакомление с областью применения конкретных полупроводниковых приборов;
- Овладение основами проектирования интегральных микросхем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ИД-$1_{ОПК-1}$ Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы | знать:<br>- принципы работы и области применения полупроводниковых приборов и микросхем.<br><br>уметь:<br>- рассчитывать электрические характеристики полупроводниковых материалов и приборов. |
| ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ИД-$2_{ОПК-1}$ Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | знать:<br>- основные соотношения полупроводниковой электроники, используемые при проектировании приборов.<br><br>уметь:<br>- определять технологические режимы изготовления биполярных транзисторов и МОП структур с заданными параметрами. |
| ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ИД-$3_{ОПК-1}$ Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач | знать:<br>- физические и математические модели выпрямляющих свойств полупроводниковых приборов.<br><br>уметь:<br>- определять статические параметры биполярных транзисторов, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. |
| ОПК-3 способен применять методы поиска, | ИД-$2_{ОПК-3}$ Знает современные принципы | знать:<br>- принципы работы и области |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности | поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации | применения полупроводниковых приборов, содержащих один p - n переход.<br><br>уметь:<br>- определять статические параметры полупроводниковых приборов с одним и p-n переходом, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. |
| ОПК-3 способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности | ИД-$3_{ОПК-3}$ Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации | знать:<br>- основы технологических методов создания полупроводниковых приборов.<br><br>уметь:<br>- определять статические параметры полупроводниковых тиристоров, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов | ИД-$1_{ПК-1}$ Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов | знать:<br>- принципы работы и области применения биполярных транзисторов.<br><br>уметь:<br>- определять статические параметры контактов металл-полупроводник и p-n перехода, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов | ИД-$2_{ПК-1}$ Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования полупроводниковых приборов и структур | знать:<br>- принципы работы и области применения тиристоров.<br><br>уметь:<br>- определять технологические режимы изготовления полупроводниковых диодов с заданными параметрами. |
| ПК-9 способен осуществлять контроль соблюдения режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники | ИД-$2_{ПК-9}$ Контроль предложений по изменению технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники и предупреждению и ликвидации брака | знать:<br>- принципы работы и области применения МОП транзисторов.<br><br>уметь:<br>- оценивать влияние внешних воздействий на параметры полупроводниковых приборов. |
| ПК-9 способен | ИД-$3_{ПК-9}$ Подготовка | знать: |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| осуществлять контроль соблюдения режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники | предложений по предупреждению и исправлению брака при изготовлении изделий микроэлектроники | - принципы работы и области применения полевых транзисторов.<br><br>уметь:<br>- определять статические параметры МОП структур, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. |
| ПК-9 способен осуществлять контроль соблюдения режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники | ИД-4$_{ПК-9}$ Статистический анализ пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники | знать:<br>- принципы работы ИМС. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнология в электронике (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | | СР | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| | | | | | | | КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов | 26 | 6 | 7 | - | 3 | - | - | - | - | - | 16 | - | ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов" |
| 1.1 | Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов | 26 | | 7 | - | 3 | - | - | - | - | - | 16 | - | ***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: ***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: ***Подготовка курсового проекта:*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов" материалу.<br>***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>***<br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br>***<u>Подготовка домашнего задания:</u>***<br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br>***<u>Подготовка доклада, выступления:</u>***<br>Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>***<br>Изучение материалов по разделу Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов и подготовка к контрольной работе<br>***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | задания:<br>***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>*** Изучение материала по разделу "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***<u>Проведение эксперимента:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов"<br>***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br>***<u>Подготовка реферата:</u>*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>***<br>[4], 1-30 |
| 2 | Контактные явления | 27 | | 7 | - | 4 | - | - | - | - | - | 16 | - | ***<u>Подготовка к текущему контролю:</u>*** |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 | Контактные явления | 27 | | 7 | - | 4 | - | - | - | - | - | 16 | - | Повторение материала по разделу "Контактные явления"<br>***<u>Проведение исследований:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:<br>***<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u>*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br>***<u>Подготовка курсового проекта:</u>*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:<br>***<u>Подготовка к лабораторной работе:</u>*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Контактные явления" материалу.<br>***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br>***<u>Подготовка домашнего задания:</u>*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Контактные явления" материалу. |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br>***<u>Подготовка доклада, выступления:</u>***<br>Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>***<br>Изучение материалов по разделу Контактные явления и подготовка к контрольной работе<br>***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br>***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>***<br>Изучение материала по разделу "Контактные явления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***<u>Проведение эксперимента:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Контактные явления"<br>***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Контактные явления". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br>***Подготовка реферата:*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: |
| 3 | Основы технологии производства полупроводниковых приборов | 27 | | 7 | - | 3 | - | - | - | - | - | 17 | - | ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Основы технологии производства полупроводниковых приборов"<br>***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:<br>***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br>***Подготовка курсового проекта:*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: |
| 3.1 | Основы технологии производства полупроводниковых приборов | 27 | | 7 | - | 3 | - | - | - | - | - | 17 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы технологии производства полупроводниковых приборов" материалу.<br>***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br>***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основы технологии производства полупроводниковых приборов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br>***Подготовка доклада, выступления:*** Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу Основы технологии производства полупроводниковых приборов и подготовка к контрольной работе<br>***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br>***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>*** Изучение материала по разделу "Основы технологии производства полупроводниковых приборов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***<u>Проведение эксперимента:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Основы технологии производства полупроводниковых приборов"<br>***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Основы технологии производства полупроводниковых приборов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br>***<u>Подготовка реферата:</u>*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>***<br>[1], 45-87 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход | 28 | | 7 | - | 4 | - | - | - | - | - | 17 | - | ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход" ***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: ***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: ***Подготовка курсового проекта:*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход" материалу. ***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы ***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения |
| 4.1 | полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход | 28 | | 7 | - | 4 | - | - | - | - | - | 17 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br>***<u>Подготовка доклада, выступления:</u>***<br>Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>***<br>Изучение материалов по разделу Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход и подготовка к контрольной работе<br>***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br>***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>***<br>Изучение материала по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***<u>Проведение эксперимента:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***<u>Самостоятельное изучение</u>*** |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | ***теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход"<br>***Подготовка расчетных заданий:*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br>***Подготовка реферата:*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | - | - | - | 2.5 | - | 33.5 | |
| | **Всего за семестр** | **144.0** | | **28** | **-** | **14** | **-** | **-** | **-** | **-** | **2.5** | **66** | **33.5** | |
| | **Итого за семестр** | **144.0** | | **28** | **-** | **14** | **-** | | **-** | | **2.5** | **99.5** | | |
| 5 | Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода | 41 | 7 | 11 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | 20 | - | ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода"<br>***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:<br>***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных |
| 5.1 | Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода | 41 | | 11 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | 20 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br>***<u>Подготовка курсового проекта:</u>*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:<br>***<u>Подготовка к лабораторной работе:</u>*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода" материалу.<br>***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br>***<u>Подготовка домашнего задания:</u>*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br>***<u>Подготовка доклада, выступления:</u>*** Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>***<br>Изучение материалов по разделу Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода и подготовка к контрольной работе<br>***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br>***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>***<br>Изучение материала по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***<u>Проведение эксперимента:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода"<br>***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br>***Подготовка реферата:*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:<br>***Изучение материалов литературных источников:***<br>[3], 345-300 |
| 6 | МОП структуры | 41 | | 11 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | 20 | - | ***Подготовка к текущему контролю:*** |
| 6.1 | МОП структуры | 41 | | 11 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | 20 | - | Повторение материала по разделу "МОП структуры"<br>***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:<br>***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br>***Подготовка курсового проекта:*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "МОП структуры" материалу.<br>***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br>***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "МОП структуры" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br>***Подготовка доклада, выступления:*** Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу МОП структуры и подготовка к контрольной работе<br>***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | ***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "МОП структуры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***Проведение эксперимента:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "МОП структуры"<br>***Подготовка расчетных заданий:*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "МОП структуры". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br>***Подготовка реферата:*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:<br>***Изучение материалов литературных источников:***<br>[2], 56-122 |
| 7 | Интегральные микросхемы | 41.7 | | 10 | 6 | 6 | - | - | - | - | - | 19.7 | - | ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Интегральные микросхемы"<br>***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется |
| 7.1 | Интегральные микросхемы | 41.7 | | 10 | 6 | 6 | - | - | - | - | - | 19.7 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | следующие материалы:<br>***<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u>*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br>***<u>Подготовка курсового проекта:</u>*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:<br>***<u>Подготовка к лабораторной работе:</u>*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Интегральные микросхемы" материалу.<br>***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br>***<u>Подготовка домашнего задания:</u>*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Интегральные микросхемы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | представленным письменным работам.<br>***<u>Подготовка доклада, выступления:</u>***<br>Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:<br>***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>***<br>Изучение материалов по разделу Интегральные микросхемы и подготовка к контрольной работе<br>***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br>***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>***<br>Изучение материала по разделу "Интегральные микросхемы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br>***<u>Проведение эксперимента:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:<br>***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Интегральные микросхемы"<br>***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Интегральные микросхемы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: ***Подготовка реферата:*** В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: |
| | Экзамен | 35.3 | | - | - | - | - | - | - | - | 1.8 | - | 33.5 | |
| | Курсовая работа (КР) | 21 | | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 1 | - | - | |
| | **Всего за семестр** | **180.0** | | **32** | **16** | **16** | **16** | **-** | **4** | **-** | **2.8** | **59.7** | **33.5** | |
| | **Итого за семестр** | **180.0** | | **32** | **16** | **16** | **16** | | **4** | | **2.8** | **93.2** | | |
| | **ИТОГО** | **324.0** | **-** | **60** | **16** | **30** | **16** | | **4** | | **5.3** | **192.7** | | |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

**3.2 Краткое содержание разделов**

*1. Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов*

1.1. Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов
Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов.

*2. Контактные явления*

2.1. Контактные явления
Контактные явления.

*3. Основы технологии производства полупроводниковых приборов*

3.1. Основы технологии производства полупроводниковых приборов
Основы технологии производства полупроводниковых приборов.

*4. Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход*

4.1. полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход
полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход.

*5. Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода*

5.1. Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода
Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода.

*6. МОП структуры*

6.1. МОП структуры
МОП структуры.

*7. Интегральные микросхемы*

7.1. Интегральные микросхемы
Интегральные микросхемы.

**3.3. Темы практических занятий**

1. Энергетический спектр и статистика электронов в периодическом поле монокристаллических полупроводников;
2. Расчет электрических параметров полупроводниковых материалов;
3. Расчет и построение математических моделей контакта метал – полупроводник и p – n перехода;
4. Расчет идеальной и реальной ВАХ p – n перехода;
5. Расчет параметров однопереходных полупроводниковых приборов;
6. Расчет статических параметров биполярных транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером и общей базой;
7. Расчет статических параметров полупроводниковых тиристоров;
8. Расчет статических параметров и емкости полевого транзистора;
9. Биполярные логические ИС. Логика И2Л, ТЛШ, И2ЛШ, ЭСЛ, ДТЛ, ТТЛ;

10. ИС на основе полевых транзисторов. Логика p – МОП, n – МОП и КМОП.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии;
2. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора;
3. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры;
4. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры.

### 3.5 Консультации

*Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)*

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Контактные явления"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы технологии производства полупроводниковых приборов"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "МОП структуры"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Интегральные микросхемы"

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Контактные явления"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы технологии производства полупроводниковых приборов"

4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "МОП структуры"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Интегральные микросхемы"

*Индивидуальные консультации по курсовому проету /работе (ИККП)*

1. Консультации проводятся по разделу "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов"
2. Консультации проводятся по разделу "Контактные явления"
3. Консультации проводятся по разделу "Основы технологии производства полупроводниковых приборов"
4. Консультации проводятся по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход"
5. Консультации проводятся по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода"
6. Консультации проводятся по разделу "МОП структуры"
7. Консультации проводятся по разделу "Интегральные микросхемы"

*Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Контактные явления"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы технологии производства полупроводниковых приборов"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "МОП структуры"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Интегральные микросхемы"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

**7 Семестр**

Курсовая работа (КР)

Темы:

- расчет диода

**График выполнения курсового проекта**

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 12 | Зачетная |
|---|---|---|---|
| Раздел курсового проекта | | | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 50 | 50 | - |
| Выполненный | 50 | 100 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| объем нарастающим итогом, % | | | |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---|---|
| 1 | раздел 1 |
| 2 | раздел 2 |

**3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| **Знать:** | | | | | | | | | |
| принципы работы и области применения полупроводниковых приборов и микросхем | ИД-1$_{ОПК-1}$ | + | | | | | | | Тестирование/КМ-1 семестр 6 Тест |
| основные соотношения полупроводниковой электроники, используемые при проектировании приборов | ИД-2$_{ОПК-1}$ | + | | | | | | | Тестирование/КМ-1 семестр 6 Тест<br>Расчетно-графическая работа/КМ-2 семестр 6 Расчетное задание |
| физические и математические модели выпрямляющих свойств полупроводниковых приборов | ИД-3$_{ОПК-1}$ | + | | | | | | | Расчетно-графическая работа/КМ-2 семестр 6 Расчетное задание |
| принципы работы и области применения полупроводниковых приборов, содержащих один p - n переход | ИД-2$_{ОПК-3}$ | | + | | | | | | Контрольная работа/КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 |
| основы технологических методов создания полупроводниковых приборов | ИД-3$_{ОПК-3}$ | | + | | | | | | Контрольная работа/КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 |
| принципы работы и области применения биполярных транзисторов | ИД-1$_{ПК-1}$ | | + | | | | | | Контрольная работа/КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 |
| принципы работы и области применения тиристоров | ИД-2$_{ПК-1}$ | | | + | | | | | Контрольная работа/КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 |
| принципы работы и области применения МОП транзисторов | ИД-2$_{ПК-9}$ | | | + | | | | | Контрольная работа/КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 |
| принципы работы и области применения полевых транзисторов | ИД-3$_{ПК-9}$ | | | + | | | | | Контрольная работа/КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 |
| принципы работы ИМС | ИД-4$_{ПК-9}$ | | | | + | | | | Контрольная работа/КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 |
| **Уметь:** | | | | | | | | | |
| рассчитывать электрические характеристики полупроводниковых материалов и приборы | ИД-1$_{ОПК-1}$ | | | | + | | | | Тестирование/КМ-1 семестр 6 Тест |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| определять технологические режимы изготовления биполярных транзисторов и МОП структур с заданными параметрами | ИД-2$_{ОПК-1}$ | | | | | + | | | Лабораторная работа/Км-1 семестр 7<br>Лабораторная работа №1. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры |
| определять статические параметры биполярных транзисторов, способы включения и режимы их работы в электрической цепи | ИД-3$_{ОПК-1}$ | + | | | | | | | Тестирование/КМ-1 семестр 6 Тест |
| определять статические параметры полупроводниковых приборов с одним и p-n переходом, способы включения и режимы их работы в электрической цепи | ИД-2$_{ОПК-3}$ | | + | | | | | | Контрольная работа/КМ-3 семестр 6<br>Контрольная работа №1 |
| определять статические параметры полупроводниковых тиристоров, способы включения и режимы их работы в электрической цепи | ИД-3$_{ОПК-3}$ | | | + | | | | | Контрольная работа/КМ-4 семестр 6<br>Контрольная работа №2 |
| определять статические параметры контактов металл-полупроводник и p-n перехода, способы включения и режимы их работы в электрической цепи | ИД-1$_{ПК-1}$ | | | | + | | | | Тестирование/КМ-1 семестр 6 Тест |
| определять технологические режимы изготовления полупроводниковых диодов с заданными параметрами | ИД-2$_{ПК-1}$ | | | | | + | + | | Лабораторная работа/КМ-2 семестр 7<br>Лабораторная работа №2. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры<br>Контрольная работа/КМ-3 семестр 7<br>Контрольная работа №3<br>Лабораторная работа/КМ-4 семестр 7<br>Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора |
| оценивать влияние внешних воздействий на | ИД-2$_{ПК-9}$ | | | | | | + | | Лабораторная работа/КМ-4 семестр 7 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| параметры полупроводниковых приборов | | | | | | | | | Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора<br>Лабораторная работа/КМ-5 семестр 7 Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии |
| определять статические параметры МОП структур, способы включения и режимы их работы в электрической цепи | ИД-З$_{ПК-9}$ | | | | | | | + | Контрольная работа/Км-6 семестр 7 Контрольная работа №4 |

## 4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

### 4.1. Текущий контроль успеваемости

**6 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-2 семестр 6 Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 семестр 6 Тест (Тестирование)
2. КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
3. КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

**7 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Км-1 семестр 7 Лабораторная работа №1. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)
2. КМ-2 семестр 7 Лабораторная работа №2. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)
3. КМ-4 семестр 7 Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора (Лабораторная работа)
4. КМ-5 семестр 7 Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-3 семестр 7 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
2. Км-6 семестр 7 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.
Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### 4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

*Экзамен (Семестр №6)*

стандартные

*Экзамен (Семестр №7)*

*Курсовая работа (КР) (Семестр №7)*

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники : Учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2003 . – 488 с. – (Технический университет) . - ISBN 5-932080-45-0 .;
2. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов : В 2 кн. Кн.2 : пер. с англ. / С. Зи . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Мир, 1984 . – 456 с.;
3. Курносов, А. И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учебное пособие для вузов по специальностям "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые приборы" / А. И. Курносов, В. В. Юдин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1986 . – 368 с.;
4. Шалимова К. В.- "Физика полупроводников", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (384 с.)
https://e.lanbook.com/book/167840.

**5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Майнд Видеоконференции;
4. GPSS World Student.

**5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **ЭБС "Университетская библиотека онлайн"** - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|---|
| | отсутствует | |

**Приложение А**

# БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика полупроводниковых приборов и интегральных схем

(название дисциплины)

**6 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ-1 семестр 6 Тест (Тестирование)
КМ-2 КМ-2 семестр 6 Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)
КМ-3 КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
КМ-4 КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации –** Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Неделя КМ: | 3 | 7 | 11 | 13 |
| 1 | Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов | | | | | |
| 1.1 | Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов | | + | + | | |
| 2 | Контактные явления | | | | | |
| 2.1 | Контактные явления | | | | + | |
| 3 | Основы технологии производства полупроводниковых приборов | | | | | |
| 3.1 | Основы технологии производства полупроводниковых приборов | | | | | + |
| 4 | Полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход | | | | | |
| 4.1 | полупроводниковые приборы, содержащие один p – n переход | | + | | | + |
| | | Вес КМ, %: | 25 | 25 | 25 | 25 |

**7 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:**

КМ-5 Км-1 семестр 7 Лабораторная работа №1. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)
КМ-6 КМ-2 семестр 7 Лабораторная работа №2. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)
КМ-7 КМ-3 семестр 7 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
КМ-8 КМ-4 семестр 7 Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора (Лабораторная работа)
КМ-9 КМ-5 семестр 7 Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии (Лабораторная работа)

КМ-10 Км-6 семестр 7 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации –** Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 | КМ-10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Неделя КМ: | 3 | 5 | 7 | 11 | 13 | 15 |
| 1 | Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода | | | | | | | |
| 1.1 | Полупроводниковые приборы, содержащие два и более p – n перехода | | + | + | + | + | | |
| 2 | МОП структуры | | | | | | | |
| 2.1 | МОП структуры | | | + | + | + | + | |
| 3 | Интегральные микросхемы | | | | | | | |
| 3.1 | Интегральные микросхемы | | | | | | | + |
| | | Вес КМ, %: | 15 | 15 | 20 | 15 | 15 | 20 |

**Приложение Б**

# БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физика полупроводниковых приборов и интегральных схем

(название дисциплины)

**7 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по курсовой работе:**
КМ-1 Км-1
КМ-2 КМ-2

**Вид промежуточной аттестации –** защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 |
|---|---|---|---|---|
| | | Неделя КМ: | 4 | 12 |
| 1 | раздел 1 | | | |
| 2 | раздел 2 | | | |
| | | Вес КМ, %: | 50 | 50 |