

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Полупроводниковая схемотехника

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения  
поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 167365  
Подписал: заведующий кафедрой Бугреев Виктор Алексеевич  
Дата: 17.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Полупроводниковая схемотехника» является формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций и приобретение ими:

- знаний о физике процессов, происходящих в полупроводниковых материалах; об основных типах и областях применения электронных приборов и устройств; о принципах действия, параметрах и характеристиках современных полупроводниковых, электровакуумных и газоразрядных устройств (усилителей, генераторов, вторичных источников питания, цифровых преобразователей);

- умений разбираться в работе основных полупроводниковых приборов; использовать методы расчета и измерения параметров аналоговых и цифровых устройств; выбирать принципиальные электрические схемы; проектировать типовые электрические и электронные устройства;

- навыков измерения параметров электронных приборов; расчета усилителей, генераторов, импульсных и цифровых устройств; расчёта параметров усилителей, электронных преобразовательных устройств.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-54** - Способен обеспечить рабочие места необходимыми электротехническими материалами, запасными частями, приборами для эксплуатации устройств электроснабжения железных дорог.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Владеть:**

- навыков измерения параметров электронных приборов; расчета усилителей, генераторов, импульсных и цифровых устройств; измерения параметров усилителей, импульсных и цифровых устройств.

### **Знать:**

- знаний об основных типах и областях применения электронных приборов и устройств; о принципах действия, параметрах и характеристиках современных полупроводниковых, электровакуумных и газоразрядных устройств (усилителей, генераторов, вторичных источников питания,

цифровых преобразователей, микропроцессорных управляющих и измерительных комплексов);

**Уметь:**

- умений использовать методы расчета и измерения параметров аналоговых и цифровых устройств; разрабатывать принципиальные электрические схемы; проектировать типовые электрические и электронные устройства;

**3. Объем дисциплины (модуля).**

**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 академических часа(ов)).

**3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:**

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	36	36
В том числе:		
Занятия лекционного типа	12	12
Занятия семинарского типа	24	24

**3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 288 академических часа (ов).**

**3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.**

**4. Содержание дисциплины (модуля).**

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Раздел 1. Основы работы полупроводниковых приборов</p> <p>1.1. Полупроводники и их физические свойства</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Собственный полупроводник.</li> <li>- Полупроводник с электронной проводимостью.</li> <li>- Полупроводник с дырочной проводимостью.</li> <li>- Диффузионный ток в полупроводниках.</li> <li>- Контактные явления в полупроводниках, прямое и обратное включение р-п-перехода.</li> <li>- Инжекция неосновных носителей.</li> <li>- Диффузионная ёмкость.</li> <li>- Барьерная ёмкость р-п-перехода.</li> <li>- Частотные свойства полупроводников.</li> <li>- Импульсные свойства полупроводникового прибора</li> </ul> <p>1.2. Полупроводниковые диоды</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Параметры и характеристики диода</li> <li>- Применение диода для выпрямления переменного тока</li> <li>- Стабилитроны</li> <li>- Варикапы</li> <li>- Тиристоры</li> <li>- Импульсные диоды</li> <li>- Туннельные диоды</li> </ul> <p>1.3. Оптоэлектронные приборы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Общие сведения о компонентах оптоэлектроники</li> <li>- Светодиоды</li> <li>- Фоторезисторы</li> <li>- Фотодиоды</li> <li>- Фототранзисторы и фототиристоры</li> <li>- Оптроны</li> </ul> <p>1.4. Биполярные транзисторы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Физические принципы работы транзистора</li> <li>- Режимы работы транзистора</li> <li>- Усиление сигналов с помощью транзистора</li> <li>- Основные схемы включения и параметры транзисторов</li> <li>- Математические модели транзисторов</li> </ul> <p>1.5. Полевые транзисторы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разновидности и режимы работы полевых транзисторов</li> <li>- Схемы включения полевых транзисторов</li> <li>- Параметры и эквивалентные схемы полевых транзисторов</li> <li>- Преимущества, недостатки и области применения полевых транзисторов</li> </ul>
2	<p>Раздел 2. Усилители</p> <p>2.1. Операционные усилители</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные свойства операционных усилителей</li> <li>- Параметры и характеристики операционных усилителей</li> <li>- Классификация операционных усилителей</li> </ul> <p>2.2. Электронные усилители электрических сигналов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация и основные параметры усилителей</li> <li>- Основные характеристики и параметры усилителей</li> <li>- Обратная связь в усилителях</li> <li>- Влияние обратной связи на параметры усилителей</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>2.3. Транзисторные усилители</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы задания начального режима работы транзистора</li> <li>- Усилитель на биполярном транзисторе с общим эмиттером</li> <li>- Классы усиления транзисторных усилительных каскадов</li> <li>- Усилитель на полевом транзисторе</li> <li>- Эмиттерный и истоковый повторители</li> <li>- Дифференциальный усилитель</li> <li>- Выходные усилители мощности</li> </ul>
3	<p>Раздел 3. Основы полупроводниковой схемотехники</p> <p>3.1. Применение операционных усилителей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Инвертирующий усилитель</li> <li>- Неинвертирующий усилитель</li> <li>- Суммирующий и вычитающий усилители</li> <li>- Интеграторы</li> <li>- Дифференциаторы</li> </ul> <p>3.2. Активные фильтры</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Назначение и классификация активных фильтров</li> <li>- Схемная реализация активных фильтров</li> </ul> <p>3.3. Аналоговые компараторы напряжения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Устройство, принцип действия и характеристики аналоговых компараторов</li> <li>- Компараторы на интегральных микросхемах</li> <li>- Триггер Шмитта на основе компараторов</li> </ul> <p>3.4. Электронные ключи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аналоговые коммутаторы</li> <li>- Ключи на биполярных транзисторах</li> <li>- Динамические характеристики ключей на биполярных транзисторах и повышение их быстродействия</li> <li>- Ключи на полевых транзисторах</li> <li>- Динамические характеристики ключей на полевых транзисторах и повышение их быстродействия</li> </ul> <p>3.5. Источники вторичного электропитания</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные требования и определения</li> <li>- Линейные стабилизаторы напряжения</li> <li>- Импульсные стабилизаторы напряжения</li> </ul>
4	Раздел 4. Экзамен
5	Раздел 4. Экзамен

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

#### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Исследование полупроводниковых диодов</p> <p>Цель работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование напряжения и тока диода при прямом и обратном смещении р-п-перехода.</li> <li>2. Построение и исследование вольтамперной характеристики (ВАХ) для полупроводникового диода.</li> <li>3. Исследование сопротивления диода при прямом и обратном смещении по вольтамперной характеристике.</li> </ol>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	4. Анализ сопротивления диода (прямое и обратное смещение) на переменном и постоянном токе. 5. Измерение напряжения изгиба вольтамперной характеристики.
2	Исследование биполярного транзистора Цель работы: 1. Исследование зависимости тока коллектора от тока базы и напряжения база-эмиттер. 2. Анализ зависимости коэффициента усиления по постоянному току от тока коллектора. 3. Исследование работы биполярного транзистора в режиме отсечки. 4. Получение входных и выходных характеристик транзистора. 5. Определение коэффициента передачи по переменному току. 6. Исследование динамического входного сопротивления транзистора.
3	Исследование тиристоров Цель работы: 1. Исследование физических процессов, происходящих в тиристоре. 2. Построение его вольтамперной характеристики. 3. Изучение способов переключения тиристора.
4	Исследование однофазных неуправляемых выпрямителей Цель работы: 1. Изучить принцип действия и основные характеристики однофазных неуправляемых выпрямителей 2. Ознакомиться с принципами действия и основными характеристиками сглаживающих фильтров.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Основы работы полупроводниковых приборов Расчет схем с полупроводниковыми диодами
2	Основы работы полупроводниковых приборов Расчёт схем на основе биполярных транзисторов
3	Усилители Расчёт усилительных каскадов на транзисторах
4	Усилители Расчёт усилительного каскада на биполярном транзисторе
5	Основы полупроводниковой схемотехники Усилительные схемы на основе микросхем ОУ
6	Основы полупроводниковой схемотехники Расчёт импульсных устройств

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с теоретическим (лекционным) материалом.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к лабораторным занятиям.
4	Прохождение электронного курса и выполнение заданий
5	Подготовка к контрольной работе.
6	Подготовка к промежуточной аттестации.

#### 4.4. Примерный перечень тем контрольных работ

##### РАСЧЁТ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТИРИСТОРНЫМ КЛЮЧОМ

1. Рассчитать полупроводниковую схему управления тиристорным силовым однофазным ключом регулятора мощности.
2. Выполнить схему регулятора мощности и описать его работу.
3. Построить временные диаграммы работы регулятора мощности для заданного режима.

##### РАСЧЁТ ДОПУСТИМОЙ ПЕРЕГРУЗКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРИБОРА ПО ТОКУ

1. Рассчитать рабочие перегрузки полупроводникового прибора с охладителем при заданной температуре охлаждающей среды, скорости охлаждающего воздуха, предназначенного для работы в схеме силового однофазного ключа регулятора мощности, и построить семейство перегрузочных характеристик для предварительной нагрузки, равной значениям 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 максимально допустимого среднего тока полупроводникового прибора и длительности перегрузки, равной значениям 0,1; 1,0; 10; 100; 1000 с.
2. Результаты расчёта представить в виде таблиц и графиков.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/ п	Библиографиче- ское описание	Место доступа
1	Электроника Миловзоров О.В. , Панков И.Г. Учебник М.: Юрайт , 2021	<a href="https://urait.ru/viewer/elektronika-510731#page/1">https://urait.ru/viewer/elektronika-510731#page/1</a>
2	Электроника и преобразовател- ьная техника Бурков А.Т. Учебник М.: ФГБОУ «Учебно- методический	<a href="https://umczdt.ru/read/18647/?page=1">https://umczdt.ru/read/18647/?page=1</a>

	центр по образованию на железнодорожном транспорте» , 2015	
3	Электроника и схемотехника. Электронные приборы. Физические основы электроники Гнучев Н.М. Учебное пособие СПб.: Изд-во Политехн. ун-та , 2013	<a href="https://phys-el.ru/media/files/gnuchev_eldevices.pdf">https://phys-el.ru/media/files/gnuchev_eldevices.pdf</a>
1	Основы схемотехники Чижма С.Н Учебное пособие Омск: Издательство «Апельсин» , 2008	<a href="https://www.elec.ru/viewer?url=files/2020/01/27/CHizhma_S.N._Osnovue_shemotehniki.pdf">https://www.elec.ru/viewer?url=files/2020/01/27/CHizhma_S.N._Osnovue_shemotehniki.pdf</a>
2	Силовая электроника Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк Учебник М.: Издательский дом МЭИ , 2009	<a href="https://urait.ru/viewer/silovaya-elektronika-489539#page/1">https://urait.ru/viewer/silovaya-elektronika-489539#page/1</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО -  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ  
ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. Официальный сайт МИИТ – <http://miit.ru>

3. Электронно-библиотечная система РОАТ –  
<http://www.biblioteka.rgotups.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - <http://library.miit.ru/>
5. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам
6. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» –  
<http://e.lanbook.com/>
7. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) – <http://ibooks.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» – <http://www.biblio-online.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Академия» – <http://academia-moscow.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
11. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» –  
<http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

**ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Программное обеспечение должно позволять выполнить все предусмотренные учебным планом виды учебной работы по дисциплине: лекции, практические работы, лабораторные работы, выполнение курсовой работы. Все необходимые для изучения дисциплины учебно-методические материалы объединены в Учебно-методический комплекс и размещены на сайте университета.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office.
- для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer.
- для выполнения практических заданий: Microsoft Office.

- для самостоятельной работы студентов: операционная система Windows, Microsoft Office, Браузер Internet Explorer с установленным Adobe Flash Player, Adobe Acrobat.
- для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office.
- для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий: операционная система Windows, Microsoft Office, Браузер Internet Explorer с установленным Adobe Flash Player, Adobe Acrobat.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

#### **ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения занятий соответствует требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной (аудиторной) доски, а также соответствовать условиям пожарной безопасности. Освещённость рабочих мест соответствует действующим СНиПам.

Кабинеты оснащены следующим оборудованием, приборами и расходными материалами, обеспечивающими проведение предусмотренных учебным планом занятий по дисциплине:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: переносной проектор и компьютер с минимальными требованиями.

- для выполнения текущего контроля успеваемости: учебная аудитория для проведения занятий;

- для проведения практических занятий: учебная аудитория для проведения занятий;

- для организации самостоятельной работы студентов: учебная аудитория для проведения занятий;

- для выполнения текущего контроля успеваемости: учебная аудитория для проведения занятий.

#### **.2. Перечень лабораторного оборудования**

Лабораторное оборудование не предусмотрено.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 3 семестре.

#### 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры  
«Электрификация и  
электроснабжение»

С.Л. Рудницкий

Согласовано:

Заведующий кафедрой СУТИ РОАТ

А.В. Горелик

Заведующий кафедрой ЭЭ РОАТ

В.А. Бугреев

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.Н. Климов