

**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: Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

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: 20.05.2024

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

Целью освоения учебной дисциплины «Электроника» 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):

**ОПК-1** - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

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. Общие сведения о полупроводниковых приборах</p> <p>1. Общие сведения о полупроводниковых приборах</p> <p>1.1. Физические основы работы полупроводниковых приборов</p> <p>1.1.1. Собственный полупроводник</p> <p>1.1.2. Полупроводник с электронной проводимостью</p> <p>1.1.3. Полупроводник с дырочной проводимостью</p> <p>1.1.4. Диффузионный ток в полупроводниках</p> <p>1.2. Полупроводниковые диоды</p> <p>1.2.1. Контактные явления в полупроводниках</p> <p>Обратное включение р-п-перехода</p> <p>Прямое включение р-п-перехода</p> <p>Инжекция неосновных носителей. Диффузионная ёмкость</p> <p>Барьерная ёмкость р-п-перехода</p> <p>Частотные свойства полупроводников</p> <p>Импульсные свойства полупроводников диода</p> <p>1.2.2. Основные типы полупроводниковых диодов и их классификация</p> <p>Силовые диоды</p> <p>Импульсные диоды</p> <p>Опорные диоды (стабилитроны)</p> <p>Туннельные диоды</p> <p>1.2.3. Измерение основных параметров полупроводниковых диодов</p> <p>Измерение постоянного прямого напряжения</p> <p>Измерение обратного напряжения</p> <p>Измерение обратного тока</p> <p>Измерение выпрямленного тока в заданном диапазоне частот</p> <p>Измерение максимального импульсного напряжения, максимального импульсного сопротивления и времени установления прямого сопротивления диода</p> <p>Измерение времени восстановления обратного сопротивления диода</p> <p>1.3. Транзисторы</p> <p>1.3.1. Физические процессы в транзисторе и его статические характеристики</p> <p>1.3.2. Эквивалентные схемы и параметры транзисторов</p> <p>Основные параметры предельных режимов работы биполярного транзистора</p> <p>1.3.3. Влияние температуры на транзистор. Тепловые параметры</p> <p>1.3.4. Частотные свойства транзистора</p> <p>1.3.5. Импульсные свойства транзистора</p> <p>Основные типы транзисторов</p> <p>Сплавные транзисторы</p> <p>Поверхностно-барьерные и микросплавные транзисторы</p> <p>Дрейфовые транзисторы</p> <p>Классификация и маркировка транзисторов</p> <p>1.3.6. Полевые транзисторы</p> <p>Полевые транзисторы</p> <p>Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом</p> <p>Основные параметры полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом</p> <p>Полевые транзисторы с изолированным затвором</p> <p>Полевой транзистор с встроенным каналом</p> <p>Полевой транзистор с индуцированным каналом</p> <p>Преимущества полевых транзисторов</p> <p>1.4. Тиристоры</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p><b>Раздел 2. Основы аналоговой схемотехники</b></p> <p>2. Основы аналоговая схемотехника</p> <p>2.1. Усилители Усилители и их место в электронных устройствах Основные параметры усилителей</p> <p>2.2. Каскады усилителей низкой частоты Каскады на биполярных транзисторах Отрицательная обратная связь в усилителях Усилительные каскады на полевых транзисторах Дифференциальный каскад</p> <p>2.3. Выходные каскады усилителей Режимы работы выходных каскадов усилителей Однотактные и двухтактные выходные каскады</p> <p>2.4. Операционные усилители Свойства операционных усилителей Основные схемы включения операционных усилителей</p> <p>2.5. Вычислительные схемы на основе операционных усилителей Схема суммирования Схема вычитания Схемы интегрирования и дифференцирования Функциональные преобразователи Логарифм Экспонента Функции синус и косинус</p> <p>2.6. Генераторы на основе операционных усилителей Мультивибратор Генератор пилообразного напряжения</p> <p>2.7. Компараторы, цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи Цифроаналоговые преобразователи Аналого-цифровые преобразователи</p>
3	<p><b>Раздел 3. Источники вторичного электропитания</b></p> <p>3. Источники вторичного электропитания</p> <p>3.1. Структуры источников электропитания</p> <p>3.2. Выпрямители Неуправляемые однофазные выпрямители Неуправляемые многофазные выпрямители</p> <p>3.3. Стабилизаторы напряжения и тока Линейные стабилизаторы напряжения Импульсные стабилизаторы напряжения Стабилизаторы тока</p> <p>3.4. Силовые устройства на основе тиристоров и мощных транзисторов Управляемые выпрямители Инверторы и преобразователи частоты Тиристорное управление двигателем постоянного тока</p>
4	<p><b>Раздел 4. Основы схемотехники цифровых устройств</b></p> <p>4. Основы схемотехники цифровых устройств</p> <p>4.1. Алгебра логики и цифровые устройства Ключевые схемы Ключевая схема на биполярном транзисторе Ключевая схема на комплементарных транзисторах Транзисторно-транзисторные логические элементы</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Логические элементы на КМОП-транзисторах</p> <p>4.2. Цифровые логические автоматы без памяти</p> <p>Дешифратор</p> <p>Шифратор</p> <p>Мультиплексор</p> <p>Демультимплексор</p> <p>Сумматор</p> <p>Преобразователь кодов</p> <p>Распределитель</p> <p>Генератор логических функций</p> <p>Компоратор</p> <p>4.4. Электронные импульсные устройства с устойчивыми состояниями. Триггеры</p> <p>4.5. Цифровые логические автоматы с памятью</p> <p>Счётчики импульсов</p> <p>Сдвиговые регистры</p> <p>4.6. Цифровые логические автоматы с адресной выборкой. Запоминающие устройства ОЗУ и ПЗУ</p>
5	Раздел 5. Экзамен

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p><b>Исследование полупроводниковых диодов</b></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> <li>4. Анализ сопротивления диода (прямое и обратное смещение) на переменном и постоянном токе.</li> <li>5. Измерение напряжения изгиба вольтамперной характеристики.</li> </ol>
2	<p><b>Исследование биполярного транзистора</b></p> <p>Цель работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование зависимости тока коллектора от тока базы и напряжения база-эмиттер.</li> <li>2. Анализ зависимости коэффициента усиления по постоянному току от тока коллектора.</li> <li>3. Исследование работы биполярного транзистора в режиме отсечки.</li> <li>4. Получение входных и выходных характеристик транзистора.</li> <li>5. Определение коэффициента передачи по переменному току.</li> <li>6. Исследование динамического входного сопротивления транзистора.</li> </ol>
3	<p><b>Исследование тиристорov</b></p> <p>Цель работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование физических процессов, происходящих в тиристоре.</li> <li>2. Построение его вольтамперной характеристики.</li> <li>3. Изучение способов переключения тиристора.</li> </ol>
4	<p><b>Исследование однофазных неуправляемых выпрямителей</b></p> <p>Цель работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучить принцип действия и основные характеристики однофазных неуправляемых выпрямителей</li> <li>2. Ознакомиться с принципами действия и основными характеристиками сглаживающих фильтров.</li> </ol>

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Раздел 1. Общие сведения о полупроводниковых приборах Расчет схем с полупроводниковыми диодами
2	Раздел 1. Общие сведения о полупроводниковых приборах Расчёт схем с биполярными транзисторами
3	Раздел 1. Общие сведения о полупроводниковых приборах Расчёт усилительных каскадов на биполярных транзисторах (4 часа)

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Раздел 1. Общие сведения о полупроводниковых приборах Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом. Миловзоров О.В. , Электроника: Учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. - М.: Высшая школа., 2008. - 288 с.: ил. с.5-13. Режим доступа: Библиотека РОАТ.
2	Раздел 2. Основы аналоговой схемотехники Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом. Работа со справочной и специальной литературой. Решение типовых задач. Миловзоров О.В. , Электроника: Учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. - М.: Высшая школа., 2008. - 288 с.: ил., с. 13-160. Режим доступа: Библиотека РОАТ. Раимова А.Т. Расчет электронных схем: методические указания для практических занятий / А.Т. Раимова, Н.И. Доброжанова. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 51 с. Гречихин В.В. Электроника и микропроцессорная техника: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям / В.В. Гречихин. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 63 с.
3	Раздел 3. Источники вторичного электропитания
4	Раздел 4. Основы схемотехники цифровых устройств
5	Раздел 5. Допуск к экзамену Решение заданий из контрольной работы. Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом. Работа со справочной и специальной литературой. Подготовка к текущему и промежуточному контролю. Миловзоров О.В. , Электроника: Учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. - М.: Высшая школа., 2008. - 288 с.: ил., с. 3-280. Раимова А.Т. Расчет электронных схем: методические указания для практических занятий / А.Т. Раимова, Н.И. Доброжанова. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 51 с. Гречихин В.В. Электроника и микропроцессорная техника: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям / В.В. Гречихин. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 63 с.
6	Подготовка к контрольной работе.
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	Подготовка к текущему контролю.

### 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	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электроника Миловзоров О.В. , Панков И.Г. 2008, М.: Высшая школа. Библиотека РОАТ. , 2008	Библиотека РОАТ.
2	Электротехника и электроник Бабичев Ю.Е. :М. : Мир горной книги; Изд-во МГГУ; Изд-во "Горная книга". 2007. Библиотека РОАТ , 2007	Библиотека РОАТ.
3	Расчет электронных схем: методические указания для практических занятий Раимова А.Т., Доброжанова Н.И. Учебное пособие Оренбург: ОГУ, 2014. , 2014	ОГУ
4	Электроника и микропроцессорная техника Гречихин В.В. Учебно-методическое издание Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017	НПИ
1	Электроника Прянишников В.А. СПб. Корона принт, 2000. - 415 с. Библиотека РОАТ. , 2000	Библиотека РОАТ.
2	Электронная техника и преобразователи Бурков А.Т. 2015, М.: Транспорт. Библиотека РОАТ. , 2015	Библиотека РОАТ.
3	Энциклопедия практической электроники Рутледж Дэвид. Справочное пособие М. : ДМК Пресс, 2002. - 522 с. Библиотека РОАТ , 2002	Библиотека РОАТ.

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 РОАТ – <http://www.rgotups.ru/>
2. 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. Электронные расписания занятий – <http://appnn.rgotups.ru:8080/scripts/B23.exe/R01>
6. Система дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/>
7. Электронные сервисы АСУ Университет (АСПК РОАТ) – <http://appnn.rgotups.ru:8080/>
8. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам
9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>
10. Электронно-библиотечная система ibooks.ru – <http://ibooks.ru/>
11. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» – <http://www.biblio-online.ru/>
12. Электронно-библиотечная система «Академия» – <http://academia-moscow.ru/>
13. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
14. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>
15. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем — <http://sdo.roat-rut.ru>

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: <http://www.rgotups.ru/ru/>.

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 2003 и выше.

- для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer 6.0 и выше.

- для выполнения практических заданий: Microsoft Office 2003 и выше.

- для самостоятельной работы студентов: операционная система Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, Adobe Acrobat.

- для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

- для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий: операционная система Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, 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 -Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2,0.

- 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  
электрообеспечение»

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