

**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 бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Силовая электроника**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт

Форма обучения: Очно-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: 5214  
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег  
Евгеньевич  
Дата: 24.04.2023

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

Целью освоения учебной дисциплины «Силовая электроника» является:

- сформировать у студентов основы профессиональных знаний в области силовой и информационной электроники, необходимых для бакалавров, занимающихся созданием, эксплуатацией и ремонтом электрического транспорта.

Задачей освоения учебной дисциплины «Силовая электроника» является:

- освоение логической связи между естественно-научными и специальными дисциплинами

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

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

**ПК-2** - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов производства и эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

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

### **Знать:**

: существующий физико-математический аппарат для теоретического и экспериментального анализа полупроводниковых преобразователей и систем

### **Уметь:**

обеспечивать выполнения требуемых режимов работы и параметров объектов силовой электроники.

### **Владеть:**

современными средствами, компьютерными методами анализа процессов в преобразователях силовой электроники и ее системах управления

## 3. Объем дисциплины (модуля).

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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	Сем. №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

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 60 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	Основные виды силовых электронных устройств (СЭУ). Особенности конструкции и отличие параметров силовых полупроводниковых приборов. Классификация силовых электронных устройств - полупроводниковых преобразователей параметров электрической энергии. Преобразователи параметров напряжения, тока, частоты. Выпрямители, инверторы, импульсные прерыватели, непосредственные преобразователи частоты, циклоконвертеры. Обратимость полупроводниковых преобразователей.
2	Общие принципы управления СЭУ. Аналоговые системы управления вентильными преобразователями. Примеры их реализации. Системы управления полупроводниковыми преобразователями. Требования к системе управления

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	выпрямителем. Функциональная схема системы управления выпрямителем. Функциональная схема узла фазового управления выпрямителем. Принципиальная схема узла фазового управления выпрямителем при аналоговом способе обработки информации. Аналоговый генератор пилообразного напряжения. Выбор параметров интегратора. Аналоговый компаратор узла фазового управления выпрямителем. Узел распределения импульсов управления тиристорами выпрямителя. Синтез узла распределения импульсов на логических элементах. Узел формирования импульсов управления тиристорами. Схема узла формирования импульсов управления тиристорами и ее работа.
3	Цифровые системы управления силовыми электронными устройствами. Возможные схемы решения и особенности построения для СУЭ постоянного и переменного тока. Функциональная схема узла фазового управления выпрямителем. Принципиальная схема узла фазового управления выпрямителем при цифровом способе обработки информации. Цифровой генератор пилообразного напряжения. Выбор параметров генератора тактовых импульсов. Цифровой компаратор узла фазового управления выпрямителем. Использование сумматора для сравнения двух двоичных кодов. Использование разложения кривой питающего напряжения в ряд Фурье для обеспечения помехоустойчивости синхронизатора с сетью.
4	Преобразователи с сетевой коммутацией. Выпрямители. Основные схемы выпрямителей. Характеристики выпрямителей. Нулевой, мостовой выпрямители. Основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения, средние значения токов полупроводниковых приборов, напряжение на полупроводниковых приборах, мощность трансформатора. Регулирование напряжения на выходе выпрямителя. Основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения, средние значения токов полупроводниковых приборов, напряжение на полупроводниковых приборах, мощность трансформатора. Регулировочная характеристика. Действующее значение тока трансформатора. Коэффициент мощности выпрямителя. Влияние алгоритма управления тиристорами выпрямителя на регулировочную характеристику, действующее значение тока трансформатора и коэффициент мощности выпрямителя.
5	Преобразователи постоянного тока в постоянный. Импульсные преобразователи (ИП) постоянного тока и напряжения. Способы регулирования и характеристика ИП. Входные и выходные фильтры ИП Изучить принципы построения и работы импульсного прерывателя постоянного тока. Электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики широтно-импульсного прерывателя постоянного тока. Электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики широтно-импульсного прерывателя постоянного напряжения при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом. Пульсации тока и напряжения на входе и выходе импульсных преобразователей напряжения и тока. Параметры входных и выходных фильтров, обеспечение электромагнитной совместимости полупроводниковых преобразователей и napольных устройств железнодорожного транспорта.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	. Основные виды силовых электронных устройств (СЭУ). Особенности конструкции и отличие параметров силовых полупроводниковых приборов. Полупроводниковые материалы, основные свойства. Чистые и примесные полупроводники, типы проводимости. Способы изготовления полупроводниковых приборов. Управляемые и неуправляемые полупроводниковые приборы, их классификация, отличия, назначение и области применения.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	Приборы для силовой и информационной электроники.
2	<p><b>Исследование характеристик полупроводниковых диодов</b> Изучить свойства и характеристики полупроводниковых приборов, особенности группового соединения и переходные процессы при выключении диодов. Изучить характеристики полупроводниковых стабилитронов. Научиться определять параметры вольтамперной характеристики диодов, показатели неравномерности нагрузки диодов при групповом соединении. Научиться определять допустимые нагрузки диодов при отличных от паспортных режимах работы. Научиться рассчитывать простейшие стабилизаторы напряжения.</p>
3	<p><b>Исследование характеристик транзистора</b> Изучить статические характеристики транзистора при схемах включения с общим эмиттером, общей базой. Определить основные параметры транзисторов. Изучить основные типы транзисторных усилителей, принципы их работы и основные характеристики. Научиться экспериментально определять характеристики усилителей и оценивать по характеристикам показатели работы усилителей.</p>
4	<p><b>Исследование характеристик и параметров тиристоров</b> Изучить принцип действия, параметры и характеристики тиристоров. Научиться применять тиристоры в качестве ключевых элементов, приобрести навыки практического измерения их параметров.</p>
5	<p><b>Общие принципы управления СЭУ. Аналоговые системы управления вентильными преобразователями</b> Изучить характеристики операционного усилителя и основные схемы его включения. Освоить практические приемы построений на базе операционных усилителей сумматоров, компараторов, генераторов, цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.</p>
6	<p><b>Цифровые системы управления силовыми электронными устройствами. Возможные схемы решения и особенности построения для СУЭ постоянного и переменного тока.</b> Изучить принципы действия цифровых ИМС освоить приемы синтеза простейших комбинационных узлов из типового набора цифровых ИМС. Изучить использование типовых логических элементов для построения различных генераторов импульсов.</p>
7	<p><b>. Преобразователи с сетевой коммутацией. Выпрямители. Основные схемы выпрямителей. Характеристики выпрямителей.</b> Изучить принципы построения и работы однофазных управляемых выпрямителей Изучить регулировочные характеристики однофазного управляемого выпрямителя Экспериментально исследовать работу однофазного управляемого выпрямителя на активную, активно-индуктивную и двигательную нагрузку на универсальном лабораторном стенде "основы электропривода и преобразовательной техники"</p>
8	<p><b>Преобразователи постоянного тока в постоянный. Импульсные преобразователи (ИП) постоянного тока и напряжения. Способы регулирования и характеристика ИП. Входные и выходные фильтры ИП.</b> Изучить принципы построения и работы импульсного прерывателя постоянного напряжения. Изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики широтно-импульсного прерывателя постоянного напряжения при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом. Изучить принципы построения и работы импульсного прерывателя постоянного тока. Изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики широтно-импульсного прерывателя постоянного тока.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к промежуточному контролю
2	Выполнение курсовой работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ Управляемый выпрямитель

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электронная техника и преобразователи А.Т. Бурков Однотомное издание Транспорт , 1999	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
1	Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава В.М. Антюхин, А.А. Богомяков, Ю.А. Евсеев [и др.] Книга 2011	

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

Данные по информационно-справочным и поисковым системам сосредоточены в библиотеках институтов МИИТ

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

Для выполнения расчетной части курсового проекта необходимы программы Microsoft Excel и/или MathCad.

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

Лекционная аудитория, оборудованная аудиовизуальными средствами обучения. Для проведения лабораторных занятий и выполнения курсового

проекта необходимо иметь: натурные образцы полупроводниковых диодов, транзисторов и тиристоров; - оборудование фирмы National Instruments для управления стендами испытаний силовых полупроводниковых проборов

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

Курсовая работа в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

В.В. Литовченко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин