

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электроснабжение железных дорог»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» (Б1.В.25)

для специальности
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации
«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2024

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электроснабжение железных дорог»

Протокол № 4 от 18 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой

«Электроснабжение железных дорог»

А.В. Агунов

18.12.2024

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

А.В. Агунов

18.12.2024

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Микропроцессорные информационно-управляющие системы в электроснабжении» (Б1.В.17) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.044 «Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения, сигнализации, централизации и блокировки железнодорожного транспорта», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23 января 2017 г. №65н, 17.027 «Энергодиспетчер железнодорожного транспорта», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. № 993н, на основе опыта подготовки специалистов в области систем обеспечения движения поездов.

Целью изучения дисциплины «Силовая электроника» является обеспечение комплексной подготовки будущего специалиста к профессиональной деятельности, связанной с производством, передачей, распределением, преобразованием и управлением потоками электрической энергии.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- развитие способностей обучающихся применять современные методы анализа и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- изучение классификации, взаимосвязи основных параметров силовых полупроводниковых приборов и условия их применения в устройствах преобразования электрической энергии;
- достижение требуемого уровня знаний, умений и навыков для разработки и внедрения технологий с использованием приборов силовой электроники – диодов, транзисторов, тиристоров.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Организация выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
ПК-1.1.2 Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности силовых полупроводниковых приборов
ПК-1.3.4 Имеет навыки диагностики работы обслуживаемого оборудования, устройств и систем устройств электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся имеет навыки применения методов диагностики микропроцессорных управляющих систем обеспечения движения поездов
ПК-2 Контроль производственной и хозяйственной деятельности участков производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
ПК-2.1.2 Знает методы диагностики технического состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта, схемы и принципы действия приборов диагностики	Обучающийся знает методы диагностики силовых полупроводниковых приборов в преобразователях тяговых подстанций
ПК-2.2.3 Умеет применять методы инструментального контроля при проведении проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся умеет применять методы инструментального контроля к диагностике приборов силовой электроники
ПК-4 Оказание практической помощи дистанциям электроснабжения по предупреждению повреждений устройств электрификации и электроснабжения	
ПК-4.3.3 Имеет навыки проведения расчетов параметров систем электроснабжения с выдачей рекомендаций по усилению устройств электроснабжения и последующим анализом их выполнения	Обучающийся имеет навыки определения предельных эксплуатационных параметров силовых полупроводниковых преобразователей и выработке рекомендаций по их усилению.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения: 4 семестр

Таблица 4.1

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64	64
В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	16	16
– лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76	76
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	КП, 3	КП, 3
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Для заочной формы обучения: 3 курс

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		3
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32	32
В том числе:		
– лекции (Л)	16	16
– практические занятия (ПЗ)	8	8
– лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	108	108
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	КП, 3	КП, 3
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Примечания: экзамен (Э), зачет (З), курсовой проект (КП)

5. Структура и содержание дисциплины

Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Силовые полупроводниковые диоды	<p>Лекция 1. Виды, подвиды, модификации, типы, классы и группы силовых диодов. Простые и лавинные диоды.</p> <p>Курсовая проект.</p> <p>Лекция 2. Конструкции выпрямительных элементов. Рабочий элемент и термокомпенсирующие элементы. Выпрямительные элементы с паяным и со сплавным контактом полупроводника и металла термокомпенсатора.</p> <p>СРС. Технологии выращивания кристаллов кремния</p> <p>Лекция 3. Конструкции силовых диодов. Штыревая и таблеточная модификации диодов. Особенности применения диодов для устройств электрической тяги.</p> <p>Практическая работа. №1 Инженерные расчеты электрических цепей содержащих силовые полупроводниковые диоды.</p> <p>Лабораторная работа №1. Исследование конструкций силовых диодов.</p> <p>Курсовая проект.</p> <p>Лекция 4. Охлаждение силовых модулей. классификация систем охлаждения и их. параметры. Применение в преобразователях электроэнергии.</p> <p>СРС. Дополнительные методы охлаждения полупроводниковых приборов.</p> <p>Лабораторная работа №2. Исследование воздушной системы охлаждения силовых приборов.</p> <p>Курсовая проект</p> <p>Лекция 5. Параметры и обозначения силовых диодов. Потери мощности в силовых диодах. Перегрузочная способность диодов. Взаимосвязь основных параметров силовых диодов.</p> <p>СРС. Фирменные буквенно цифровые обозначения силовых диодов.</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.3</p> <p>ПК-4.3.3</p>

		<p>Практическое работа №2. Определение предельных и характеризующих параметров силовых полупроводниковых диодов.</p> <p>Практическое работа №3. Расчет нагрузочной способности силового диода</p> <p>Курсовая проект.</p>	
2	Силовые транзисторы	<p>Лекция 6. Назначение и классификация транзисторов. Силовые биполярные и униполярные транзисторы, характеристики и режимы работы.</p> <p>СРС. Основные отличия силовых и транзисторов информационной электроники</p> <p>Лекция 7. Конструкции и обозначения типов транзисторов. Технологии изготовления полупроводниковых структур силовых транзисторов и их. буквенно-цифровое обозначение.</p> <p>Лекция 8. Потери мощности в силовых транзисторах. Перегрузочная способность Взаимосвязь основных параметров транзисторов</p> <p>Практическое работа №4. Расчет нагрузочной способности силового транзистора</p> <p>Лабораторная Работа №3. Исследование взаимосвязи температуры корпуса транзистора и его предельного тока.</p> <p>Лекция 9. Сравнительная оценка биполярных и униполярных транзисторов. Новый комбинированного биполярный транзистор с изолированным затвором (БТИЗ - JGBT). Применения комбинированных транзисторов в преобразовательной технике на железнодорожном транспорте.</p> <p>СРС. Применение JGBT в преобразователях электроэнергии</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.3</p>
3	Силовые тиристоры	<p>Лекция 10. Назначение и классификация тиристоров. Физические процессы в р-п-р-п-структуре тиристора. Прямое смещение.</p> <p>СРС. Двух транзисторная модель переключения силовых тиристоров.</p> <p>Курсовое проект</p> <p>Лекция 11. Физический механизм отпирания структуры. Механизм положительной обратной связи при переключении структуры в открытое</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.3</p> <p>ПК-4.3.3</p>

		<p>состояние. Процессы при обратном смещении структуры.</p> <p>СРС. Процессы легирования многослойных полупроводниковых структур.</p> <p>Лабораторная работа №4. Исследование вольт-амперных характеристик основной цепи тиристора.</p> <p>Курсовая проект</p> <p>Лекция 12. Характеристика цепи управления тиристора для постоянного и импульсного тока управления. Параметры и ограничения характеристики цепи управления. Динамические характеристики тиристора при включении.</p> <p>Лабораторная работа №5. Исследование вольт-амперных характеристик цепи управления тиристора.</p> <p>Лекция 13. Параметры тиристорov по напряжению, току, по сопротивлению и мощности потерь, по коммутационным явлениям. Типы, классы и группы тиристорov.</p> <p>Практическая работа №5. Расчет группового соединения силовых полупроводниковых приборов.</p> <p>Курсовой проект.</p> <p>Лекция 14. Конструкции и обозначения типов тиристорov. Система буквенно-цифрового обозначения тиристорov. Демпфирующие цепи.</p> <p>Практическая работа №6. Определение предельных и характеризующих параметров силовых полупроводниковых тиристорov.</p> <p>Лекция 15. Запираемые тиристоры (GTO, JGCT). Назначение, классификация и применение в преобразователях электрической энергии</p> <p>СРС. Применение запираемых тиристорov в преобразовательной технике.</p>	
4	Опто-электронные приборы и устройства.	<p>Лекция 16. Опто – электронные приборы и устройства. Применение бинарных полупроводников типа АШ BV или АП ВIV. Основные виды опто – электронных приборов: Волоконно-оптические линии (ВОЛС). Оптроны.</p> <p>СРС. Применение оптронов для гальванической развязки цепей</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.3.4 ПК-4.3.3</p>

		управления силовых приборов. Лабораторная работа №6. Исследование характеристик светодиода.	
--	--	--	--

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Силовые полупроводниковые диоды	<p>Лекция 1. Виды, подвиды, модификации, типы, классы и группы силовых диодов. Простые и лавинные диоды.</p> <p>Курсовая проект.</p> <p>СРС. Конструкции выпрямительных элементов. Рабочий элемент и термокомпенсирующие элементы. Выпрямительные элементы с паяным и со сплавным контактом полупроводника и металла термокомпенсатора.</p> <p>Лекция 2.. Конструкции силовых диодов. Штыревая и таблеточная модификации диодов. Особенности применения диодов для устройств электрической тяги.</p> <p>СРС. Охлаждение силовых модулей. Дополнительные методы охлаждения полупроводниковых приборов.</p> <p>Лабораторная работа №1 Исследование воздушной системы охлаждения силовых приборов.</p> <p>Курсовая проект</p> <p>Лекция 3. Параметры и обозначения силовых диодов. Потери мощности в силовых диодах. Перегрузочная способность диодов. Взаимосвязь основных параметров силовых диодов.</p> <p>СРС. Фирменные буквенно цифровые обозначения силовых диодов.</p> <p>Практическое работа №1. Определение предельных и характеризующих параметров силовых полупроводниковых диодов.</p> <p>Практическое работа №2. Расчет нагрузочной способности силового диода</p> <p>Курсовая проект.</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.3</p> <p>ПК-4.3.3</p>
2	Силовые транзисторы	<p>Лекция 4. Назначение и классификация транзисторов. Силовые биполярные и униполярные транзисторы, характеристики и режимы работы.</p> <p>СРС. Конструкции и обозначения</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.3</p>

		<p>типов транзисторов. Буквенно-цифровое обозначение транзисторов.</p> <p>Лекция 5. Потери мощности в силовых транзисторах. Перегрузочная способность Взаимосвязь основных параметров транзисторов</p> <p>Лабораторная Работа №2.</p> <p>Исследование взаимосвязи температуры корпуса транзистора и его предельного тока.</p> <p>СРС. Сравнительная оценка биполярных и униполярных транзисторов. Новый комбинированного биполярный транзистор с изолированным затвором (БТИЗ - JGBT).</p>	
3	Силовые тиристоры	<p>Лекция 6. Назначение и классификация тиристоров. Физические процессы в р-п-р-структуре тиристора. Прямое смещение и обратное смещение.</p> <p>СРС. Двух транзисторная модель переключения силовых тиристоров..</p> <p>Динамические характеристики тиристора при включении.</p> <p>Лабораторная работа №3.</p> <p>Исследование вольт-амперных характеристик тиристора</p> <p>Курсовое проект</p> <p>Лекция 7. Параметры тиристоров по напряжению, току, по сопротивлению и мощности потерь, по коммутационным явлениям. Типы, классы и группы тиристоров.</p> <p>СРС. Конструкции и обозначения типов тиристоров. Система буквенно-цифрового обозначения тиристоров. Запираемые тиристоры (GTO, JGCT). Назначение, классификация и применение в преобразователях электрической энергии</p> <p>Практическая работа №3. Расчет группового соединения силовых полупроводниковых приборов.</p> <p>Курсовой проект.</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.3</p> <p>ПК-4.3.3</p>
4	Опто-электронные приборы и устройства.	<p>Лекция 8. Опто – электронные приборы и устройства. Основные виды опто – электронных приборов: Волоконно-оптические линии (ВОЛС). Оптоны.</p> <p>СРС. Применение оптронов для гальванической развязки цепей управления силовых приборов.</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-4.3.3</p>

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Силовые полупроводниковые диоды	10	8	6	20	44
2	Силовые транзисторы	8	2	2	18	30
3	Силовые тиристоры	12	6	6	28	52
4	Опто-электронные приборы и устройства	2	-	2	10	14
Итого		32	16	16	76	140
Контроль						4
Общая трудоемкость						144

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Силовые полупроводниковые диоды	6	4	4	32	46
2	Силовые транзисторы	4	-	2	24	30
3	Силовые тиристоры	4	4	2	36	46
4	Опто-электронные приборы и устройства	2	-	-	16	18
Итого		16	8	8	108	140
Контроль						4
Общая трудоемкость						144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделах 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы специалитета по дисциплине

8.1 Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Микропроцессорные информационно-управляющие системы», оборудованная промышленными компьютерами, содержащими изучаемые платы расширения и сопряженными с блоком ввода-вывода аналоговых и цифровых сигналов, периферийным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows XP;
- MS Office;
- Антивирус Касперского.

8.3. Профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

8.4. Информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2015. — 480 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/79994> — Загл. с экрана.

1. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. Том I. [Электронный ресурс] / У. Титце, К. Шенк. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 832 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/915> — Загл. с экрана.

2. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. Том II. [Электронный ресурс] / У. Титце, К. Шенк. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 942 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/916> — Загл. с экрана.

3. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. - М.: Транспорт, 1999. – 464 с.

« 18 » декабря 2024 г..