

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

«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ» (Б1.В.14)

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электроснабжение железных дорог»
Протокол № 4 от 18 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электроснабжение железных дорог»
18.12.2024

А.В. Агунов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
18.12.2024

А.В. Агунов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электронная техника и преобразователи в электроснабжении» (Б1.В.14) (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 является приобретение обучающимися знаний, умений и навыков, позволяющих им сформировать компетентность в области преобразования электрической энергии на основе твердотельной электроники.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- выработка навыков и освоение средств самостоятельного обновления знаний в области процессов преобразования электрической энергии в системах тягового электроснабжения железных дорог;
- формирование у студентов научных основ различных видов преобразования электрической энергии для обеспечения эффективной работы тяговой системы электрифицированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электроснабжения других потребителей;
- освоение инженерных методов расчета электронных преобразователей и аппаратов.

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

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

Индикаторы достижения компетенций	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	Обучающийся знает: - физические основы электромагнитных процессов преобразования электрической энергии; - предельные и характеризующие параметры и условия их применения в электронных преобразователях с учетом эксплуатационных факторов.
ПК-1.2.3 Умеет читать схемы оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся умеет читать силовые схемы преобразователей электроэнергии
ПК-1.2.4 Умеет оценивать работу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся умеет - моделировать электромагнитные процессы преобразования электроэнергии; - оценивать показатели качества преобразования электроэнергии и энергетические показатели статических преобразователей
ПК-1.3.4 Имеет навыки диагностики работы обслуживаемого оборудования, устройств и систем устройств электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся имеет навыки инструментальной диагностики обрывов и коротких замыканий в силовой схеме преобразователей электроэнергии
ПК-2 Контроль производственной и хозяйственной деятельности участков производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
ПК-2.1.1 Знает Правила содержания оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся знает общее содержание технологи проверки и ремонта полупроводниковых выпрямителей тяговых подстанций
ПК-3 Анализ результатов производственной деятельности участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
ПК-3.3.4 Имеет навыки анализа результатов осмотров и проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся имеет навыки анализа осмотров и инструментальных проверок для диагностики состояния преобразователей электроэнергии

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:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	42
В том числе:	
– лекции (Л)	28
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	14
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	62
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	92
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов
Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Электронная техника и преобразователи электрической энергии в промышленности и на транспорте	Лекция 1. История и тенденции развития техники преобразования электрической энергии в механическую энергию движения поезда. Самостоятельная работа. Мощностной диапазон преобразователей электроэнергии в промышленности и на ж.д. транспорте. Лабораторная работа №1. Исследование однофазного мостового выпрямителя	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4
2	Выпрямители трехфазного тока	Лекция 2. Классификация выпрямителей. Применение на тяговых подстанциях магистральных железных дорог, метрополитенов и городского электрического транспорта. Самостоятельная работа. Сглаживающие фильтры тяговых подстанций	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3
Лекция 3. Особенности электромагнитных процессов в трехфазном мостовом выпрямителе. Самостоятельная работа. Расчетные методы. Схемы и конструкции тяговых выпрямителей. Лабораторная работа №2. Исследование шестипульсовой мостовой схемы выпрямления. Курсовая работа.		ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4	
Лекция 4. Вывод основных расчетных соотношений для трехфазного шестипульсового выпрямителя. Самостоятельная работа. Сравнение трехфазных выпрямителей по основным критериям. Курсовая работа		ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4	
Лекция 5. Назначение управляемых выпрямителей, основы теории и принципы работы управляемых выпрямителей. Самостоятельная работа. Регулировочные характеристики. Энергетические показатели работы. Лабораторная работа №3. Исследование		ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4	

		управляемого трехфазного выпрямителя Курсовая работа	
		Лекция 6. Новое поколение полупроводниковых преобразователей универсального типа. Самостоятельная работа Принципы работы, новые физические основы формирования токов и напряжений с заданными показателями качества. Схемы и конструкции.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
		Лекция 7. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителей Самостоятельная работа. Сравнение схем выпрямления по эквивалентному внутреннему сопротивлению Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
3	Инверторы ведомые сетью	Лекция 8. Назначение инверторов, основы теории, схемы и особенности применения. Самостоятельная работа. Режимы возврата электрической энергии в сети тягового электроснабжения при рекуперативном торможении. Характеристика, энергетические показатели. Лабораторная работа №4. Исследование зависимого мостового инвертора Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4
4	Импульсные преобразователи постоянного тока	Лекция 9. Основы теории, схемы и характеристики импульсных преобразователей. Энергетическая эффективность. Самостоятельная работа. Элементная база для построения, расчетные методы при проектировании конструкции и обслуживание.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
5	Автономные инверторы	Лекция 10. Назначение и особенности применения в автономных инверторов напряжения (АИН) и тока (АИТ). Самостоятельная работа. Характеристики, алгоритмы управления силовыми ключами, автономные инверторы с широтно-импульсной модуляцией (АИН – ШИМ), энергетические характеристики, конструкции обслуживания. ЛР №5. Исследование автономного инвертора напряжения.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4

		Лекция 11. Автономные инверторы в сложных преобразователях постоянно-постоянного тока и переменного-переменного тока. Самостоятельная работа. Коммутация в преобразователях.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
6	Энергетические характеристики и показатели качества электрической энергии	Лекция 12. Энергетические показатели выпрямителей, инверторов, четырехквadrантных преобразователей. Самостоятельная работа. Реактивная энергия искажения в преобразователях и методы снижения потребления реактивной энергии Лабораторная работа №6 Исследование коэффициента мощности и к.п.д. трехфазного выпрямителя. Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4
		Лекция 13. Искажение формы напряжения и тока, высшие гармонические, качество выпрямленного напряжения, токи питающей сети. Самостоятельная работа. Математические модели преобразователей электроэнергии. Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
7	Техническое обслуживание электронных преобразователей и аппаратов	Лекция 14. Основные приемы технического обслуживания электронных преобразователей и аппаратов в устройствах электроснабжения железных дорог. СРС. Приемы повышения энергетической эффективности и экологической безопасности при эксплуатации новых видов преобразователей модуляционного типа	ПК-2.1.1 ПК-3.3.4

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Электронная техника и преобразователи электрической энергии в промышленности и на транспорте	Лекция 1. История и тенденции развития техники преобразования электрической энергии в механическую энергию движения поезда. Самостоятельная работа. Мощностной диапазон преобразователей электроэнергии в промышленности и на ж.д. транспорте.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4
2	Выпрямители трехфазного тока	Самостоятельная работа. Классификация выпрямителей. Применение на тяговых подстанциях магистральных железных дорог, метрополитенов и городского электрического транспорта. Сглаживающие фильтры тяговых подстанций	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3

		<p>Лекция 3. Особенности электромагнитных процессов в трехфазном мостовом выпрямителе. Самостоятельная работа. Расчетные методы. Схемы и конструкции тяговых выпрямителей. Лабораторная работа №2. Исследование шестипульсовой мостовой схемы выпрямления. Курсовая работа.</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4</p>
		<p>Самостоятельная работа.. Вывод основных расчетных соотношений для трехфазного шестипульсового выпрямителя. Сравнение трехфазных выпрямителей по основным критериям. Курсовая работа</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4</p>
		<p>Самостоятельная работа.. Назначение управляемых выпрямителей, основы теории и принципы работы управляемых выпрямителей. Регулировочные характеристики. Энергетические показатели работы. Курсовая работа</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4</p>
		<p>Самостоятельная работа. Новое поколение полупроводниковых преобразователей универсального типа. Принципы работы, новые физические основы формирования токов и напряжений с заданными показателями качества. Схемы и конструкции.</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4</p>
		<p>Самостоятельная работа Внешние и регулировочные характеристики выпрямителей Сравнение схем выпрямления по эквивалентному внутреннему сопротивлению Курсовая работа</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4</p>
3	Инверторы ведомые сетью	<p>Самостоятельная работа. Назначение инверторов, основы теории, схемы и особенности применения. Режимы возврата электрической энергии в сети тягового электроснабжения при рекуперативном торможении. Характеристика, энергетические показатели. Курсовая работа</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4</p>
4	Импульсные преобразователи постоянного тока	<p>Самостоятельная работа. Основы теории, схемы и характеристики импульсных преобразователей. Энергетическая эффективность. Элементная база для построения, расчетные методы при проектировании конструкции и обслуживание.</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4</p>

5	Автономные инверторы	Лекция 10. Назначение и особенности применения в автономных инверторов напряжения (АИН) и тока (АИТ). Самостоятельная работа. Характеристики, алгоритмы управления силовыми ключами, автономные инверторы с широтно-импульсной модуляцией (АИН – ШИМ), энергетические характеристики, конструкции обслуживания. ЛР №5. Исследование автономного инвертора напряжения.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4
		Самостоятельная работа. Автономные инверторы в сложных преобразователях постоянно-постоянного тока и переменного тока. Коммутация в преобразователях.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
6	Энергетические характеристики и показатели качества электрической энергии	Самостоятельная работа. Энергетические показатели выпрямителей, инверторов, четырехквadrантных преобразователей. Реактивная энергия искажения в преобразователях и методы снижения потребления реактивной энергии Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.4 ПК-3.3.4
		Самостоятельная работа. Искажение формы напряжения и тока, высшие гармонические, качество выпрямленного напряжения, токи питающей сети. Математические модели преобразователей электроэнергии. Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
7	Техническое обслуживание электронных преобразователей и аппаратов	Лекция 14. Основные приемы технического обслуживания электронных преобразователей и аппаратов в устройствах электроснабжения железных дорог. Самостоятельная работа. Приемы повышения энергетической эффективности и экологической безопасности при эксплуатации новых видов преобразователей модуляционного типа	ПК-2.1.1 ПК-3.3.4

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	Электронная техника и преобразователи электрической	2	-	4	6	12

	энергии в промышленности и на транспорте					
2	Выпрямители трехфазного тока	12	-	4	16	32
3	Инверторы ведомые сетью	2	-	2	6	10
4	Импульсные преобразователи постоянного тока	2	-	-	6	8
5	Автономные инверторы	4	-	2	10	16
6	Энергетические характеристики и показатели качества электрической энергии	4	-	2	8	14
7	Техническое обслуживание электронных преобразователей и аппаратов	2	-	-	10	12
	Итого	28	-	14	62	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108/3

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Электронная техника и преобразователи электрической энергии в промышленности и на транспорте	2	-	-	6	8
2	Выпрямители трехфазного тока	2	-	2	24	28
3	Инверторы ведомые сетью	-	-	-	8	8
4	Импульсные преобразователи постоянного тока	-	-	-	8	8
5	Автономные инверторы	2	-	2	20	24
6	Энергетические характеристики и показатели качества электрической энергии	-	-	-	12	12
7	Техническое обслуживание электронных преобразователей и аппаратов	2	-	-	14	16
	Итого	8	-	4	62	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108/3

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен 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 7 и 8 рабочей программы.

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

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств 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 оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

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 «Электронная техника и преобразователи» оборудованная следующими приборами, установками:

- комплект типового лабораторного оборудования «Силовая электроника – Выпрямители и зависимые инверторы»;
- комплект типового лабораторного оборудования «Основы электроники»;
- комплект типового лабораторного оборудования «Силовая электроника – автономные преобразователи».

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;
Антивирус Касперский;
MS Office;
MS Visio.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

При изучении дисциплины информационные справочные системы 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.

2. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 2: Электронная преобразовательная техника. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М. : УМЦ ЖДТ, 2015. – 307 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/79995> – Загл. с экрана.

3. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебник для вузов ж.д. транспорта. – М.: Транспорт, 1999(2001). – 464 с.

4. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов. [Электронный ресурс] / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 632 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72283> — Загл. с экрана.

5. Проектирование тягового полупроводникового преобразователя: Методические указания к курсовому проекту / А.Т. Бурков, А.И. Бурьяноватый, Б.А. Ковбаса, А.П. Самонин. – СПб.: ПГУПС, 2001.

6. Электронная техника и преобразователи в электроснабжении: Методические указания к лабораторно-практическим работам. А.Т.Бурков, А.П.Самонин, О.И. Шатнев и др. –СПб.: ПГУПС, 2011.–36 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда [электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

3. Электронная библиотечная система ibooks.ru [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/>

4. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>

Разработчик программы, доцент

А.П. Самонин

« 18 » декабря 2024 г.