

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

Кафедра «*Электрическая тяга*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.3 «Электронные преобразователи высокоскоростного наземного транспорта»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

по специализации

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «*Электрическая тяга*»

Протокол № 6 от «13» января 2025 г.

Заведующий кафедрой
«*Электрическая тяга*»
«13» января 2025 г.

А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«13» января 2025 г.

А.М. Евстафьев

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электронные преобразователи высокоскоростного наземного транспорта» (Б1.В.3) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018г., приказ Минобрнауки России № 215, с учетом профессионального стандарта 17.055.Профессиональный образовательный стандарт «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 года №252Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №1099) и профессионального стандарта 17.038 Профессиональный стандарт «Специалист по оперативному руководству колонной локомотивных бригад тягового подвижного состава, бригад специального железнодорожного подвижного состава, машинистами кранов на железнодорожном ходу» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 марта 2021 года №164Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №872).

Целью изучения дисциплины является освоение студентами принципов действия электронных преобразователей электроэнергии, анализу процессов в электронных преобразователях на основе полупроводниковых приборов в нормальных и аварийных режимах; устройству систем питания тяговых двигателей на основе преобразователей, принципам построения преобразователей собственных нужд (бортовых цепей), навыкам самостоятельной работы с полупроводниковыми преобразователями, принципам моделирования на ЭВМ электромагнитных процессов в схемах преобразователей, применяющихся на электроподвижном составе (ЭПС).

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение принципа действия электронных преобразователей электроподвижного состава;
- изучение характеристик преобразователей электроэнергии;
- изучение основ расчета и конструирования преобразователей электроэнергии для ЭПС;
- изучение систем управления преобразователями;
- изучение тепловых процессов в преобразователях электроэнергии;
- изучение способов применения силовых полупроводниковых приборов в схемах преобразователей электрического подвижного состава;
- изучение принципов моделирования переходных процессов в преобразователях электроэнергии.

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.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2. Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>	
<i>ПК-2.1.2 Знает конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава</i>	<i>Обучающийся знает: - конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава</i>
<i>ПК-4. Проведение технических и практических занятий с работниками локомотивных бригад</i>	
<i>ПК-4.1.3 Знает устройство и правила эксплуатации локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности, в том числе в части, регламентирующей выполнение трудовых функций</i>	<i>Обучающийся знает: - устройство и правила эксплуатации локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности, в том числе в части, регламентирующей выполнение трудовых функций</i>
<i>ПК- 4.3.1 Имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе</i>	<i>Обучающийся имеет навыки: - обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе</i>
<i>ПК-5. Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах</i>	
<i>ПК-5.1.3 Знает пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)</i>	<i>Обучающийся знает: - пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)</i>

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	150	80	70
В том числе:			
– лекции (Л)	60	32	28
– практические занятия (ПЗ)	30	16	14
– лабораторные работы (ЛР)	60	32	28
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	134	64	70
Контроль	40	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	2КП, 3, Э	КП, Э	КП, 3
Общая трудоемкость: час / з.е.	324/9	180/5	144/4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Содержание предмета «Электронная преобразовательная техника»	Лекция 1. Определение и структура дисциплины «Электронная преобразовательная техника».	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
2	Классификация электронных приборов	Лекция 2. Классификация электронных приборов Лекция 3. Основы теории проводимости Лекция 4. Проводимость полупроводников Лекция 5. Электрические переходы	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
3	Полупроводниковые диоды	Лекция 6. Свойства, принцип действия и разновидности полупроводниковых диодов Лекция 7. Силовые полупроводниковые диоды	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3

		<p>Практическая работа 1. Полупроводниковые диоды</p> <p>Практическая работа 2. Стабилитрон</p> <p>Практическая работа 3. (0,5 часа) Туннельный диод</p> <p>Практическая работа 4. (0,5 часа) Варикап</p> <p>Практическая работа 5. (0,5 часа) Магнитодиод</p> <p>Практическая работа 6. (0,5 часа) Фотодиод</p>	ПК-2.1.2
		<p>Лабораторная работа 1. (5 часов) Исследование характеристик полупроводниковых диодов и устройств на их основе.</p> <p>Лабораторная работа 3. (5 часов) Исследование специальных типов диодов.</p>	ПК-2.1.2
		<p>Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.</p>	ПК-2.1.2
4	Транзисторы	<p>Лекция 8. Свойства, принцип действия и разновидности биполярных транзисторов</p> <p>Лекция 9. Свойства, принцип действия и разновидности униполярных транзисторов</p> <p>Лекция 10. Силовые транзисторы</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<p>Лабораторная работа 4. (5 часов) Исследование характеристик биполярных транзисторов.</p> <p>Лабораторная работа 5. (5 часов) Исследование характеристик полевых транзисторов.</p>	ПК-2.1.2
		<p>Практическая работа 7. Транзистор</p> <p>Практическая работа 8. Полевой транзистор</p>	ПК-2.1.2
		<p>Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.</p>	ПК-2.1.2
5	Тиристоры	<p>Лекция 11. Свойства, принцип действия и разновидности тиристоров</p> <p>Лекция 12. Силовые тиристоры</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<p>Лабораторная работа 2. (6 часов) Исследование характеристик тиристора и управляемого выпрямителя</p>	ПК-2.1.2
		<p>Практическая работа 9. Тиристор</p>	ПК-2.1.2
		<p>Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по</p>	ПК-2.1.2

		разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	
6	Интегральные полупроводниковые приборы	Лекция 13. Классификация интегральных полупроводниковых приборов и их условные обозначения	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Лабораторная работа 6. (6 часов) Исследование схем на основе операционных усилителей	ПК-2.1.2
		Практическая работа 10. Операционный усилитель Практическая работа 11. Цифровые устройства	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
7	Тепловой режим работы силовых полупроводниковых приборов	Лекция 14. Конструкция охладителей и тепловой расчет силовых полупроводниковых приборов	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
8	Классификация преобразователей электроэнергии	Лекция 15. Классификация преобразователей электроэнергии для электроподвижного состава	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
9	Выпрямители	Лекция 16. Однофазные выпрямители. Лекция 17. Трехфазные выпрямители. Лекция 18. Многофазные выпрямители. Лекция 19. Управляемые выпрямители. Лекция 20. Работа выпрямителей на активно-индуктивную нагрузку.	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Лабораторная работа 7. (4 часа) Исследование несимметричного управляемого выпрямителя Лабораторная работа 8. (4 часа) Исследование однофазного неуправляемого мостового выпрямителя Лабораторная работа 9. (4 часа) Исследование трехфазного мостового управляемого выпрямителя	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по	ПК-2.1.2

		разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	
10	Преобразователи постоянно- постоянного тока	<p>Лекция 21. Принцип импульсного регулирования.</p> <p>Лекция 22. Импульсные преобразователи на основе тиристоров. Узлы коммутации, энергообменные контура.</p> <p>Лекция 23. Импульсные преобразователи на основе транзисторов. Импульсное регулирование тяговых электродвигателей в тяге и торможении.</p> <p>Лекция 24. Импульсные преобразователи со звеном переменного тока (DC-DC конвертеры)</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<p>Лабораторная работа 10. (4 часа) Исследование широтно-импульсного преобразователя напряжения</p>	ПК-2.1.2
		<p>Практическая работа 12. Построение алгоритмов управления тиристорами преобразователя и диаграмм токов, напряжений на элементах преобразователя.</p> <p>Практическая работа 13. Расчет параметров узла коммутации, определение предельной частоты регулирования</p> <p>Практическая работа 14. Расчет внешних характеристик преобразователя</p>	ПК-2.1.2
		<p>Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.</p>	ПК-2.1.2
11	Инверторы	<p>Лекция 25. Ведомые сетью инверторы. Выпрямительно- инверторные преобразователи.</p> <p>Лекция 26. Автономные инверторы тока. Инвертор с отсекающими диодами.</p> <p>Лекция 27. Автономные инверторы напряжения на основе тиристоров.</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<p>Лабораторная работа 11. (4 часа) Исследование однофазного параллельного инвертора напряжения</p> <p>Лабораторная работа 12. (4 часа) Исследование автономного инвертора</p>	ПК-2.1.2

		напряжения частотно-регулируемого привода	
		Практическая работа 15. Расчет параметров входного и выходного фильтра преобразователя Практическая работа 16. Расчет числа полупроводниковых приборов преобразователя	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
12	Преобразователи переменного тока	Лекция 28. Регуляторы переменного тока, непосредственные преобразователи частоты и числа фаз (НПЧ).	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Практическая работа 17. Определение параметров защитных элементов преобразователя	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
13	Преобразователи электроподвижного состава	Лекция 29. Тяговые преобразователи электроподвижного состава с асинхронными тяговыми электродвигателями. Лекция 30. Преобразователи собственных нужд.	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		Лабораторная работа 13. (4 часа) Исследование блока питания собственных нужд вагонов метрополитена	ПК-2.1.2
		Практическая работа 18. Расчет КПД преобразователя	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Содержание предмета «Электронная преобразовательная техника»	2	0	0	6	8

2	Классификация электронных приборов	8	0	0	14	22
3	Полупроводниковые диоды	6	6	10	12	34
4	Транзисторы	8	4	10	14	36
5	Тиристоры	6	2	6	12	26
6	Интегральные полупроводниковые приборы	4	4	6	10	24
7	Тепловой режим работы силовых полупроводниковых приборов	2	0	0	6	8
8	Классификация преобразователей электроэнергии	2	0	0	6	8
9	Выпрямители	8	0	12	14	30
10	Преобразователи постоянно-постоянного тока	4	6	4	10	28
11	Инверторы	4	4	8	10	26
12	Преобразователи переменного-переменного тока	2	2	0	10	14
13	Преобразователи электроподвижного состава	4	2	4	10	24
	Итого	60	30	60	134	284
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)						324

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

Оценочные средства 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 разделе 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. оценочные средства по дисциплине).

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

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

8.1. Материально-техническая база соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов

дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог».

Материально-техническая база содержит помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном с дистанционным управлением, маркерной доской, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами).

В случае отсутствия в аудитории технических средств обучения для предоставления учебной информации используется переносной проектор и маркерная доска (стена).

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий в виде презентаций (плакатов), которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Лаборатории, необходимые для реализации программы специалитета, оснащены соответствующим лабораторным 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;
- MS Office;
- Антивирус Касперского.

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

профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

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

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>

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>

3. Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2011. – 471 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6067>

4. Никитин В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Никитин, Е.Г. Серeda, Б.А. Трифонов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. – 100 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64391>

5. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник для ВУЗов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г. – 632 с.

6. Мазнев А.С., Плакс А.В., Евстафьев А.М., Изварин М.Ю. Расчёт широтно-импульсного преобразователя напряжения. Методические указания к курсовой работе. – СПб, ПГУПС, 2004 г. – 45 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. Электронно-библиотечная система «Лань». [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

Разработчик рабочей программы, *доцент*

В.А. Васильев

«13» января 2025 г.