

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.4 «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ»*  
для специальности  
*13.03.02 «Подвижной состав железных дорог»*

по профилю  
*«Электрический транспорт»*

Форма обучения – очная, заочная

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.

*A.M. Евстафьев*

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
13 января 2025 г.

*A.E. Цаплин*

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Электронные преобразователи» (Б1.В.4) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению 13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника», по профилю «Электрический транспорт» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018г., приказ Минобрнауки России № 144, с учетом требований работодателя ГУП «Петербургский метрополитен» к выпускнику бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрический транспорт».

**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 являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

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

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
<b>ПК-2: Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</b>	
ПК-2.1.2	Обучающийся знает: - конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава
<b>ПК-4: Проведение технических и практических занятий с работниками локомотивных бригад</b>	
ПК-4.1.3	Обучающийся знает: - устройство и правила эксплуатации локомотивов обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности
ПК- 4.3.1	Обучающийся владеет: - имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов новых и обслуживаемых серий
<b>ПК-5: Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах</b>	
ПК -5.1.3	Обучающийся знает: – Знает пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей, и порядок управления тормозами

## **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:

Таблица 4.1.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестр</b>
---------------------------	--------------------	----------------

Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	152
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КП, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	227
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КП, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7

Примечания: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З\*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)).

## 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	Классификация преобразователей	Лекция 1. Классификация преобразователей электроэнергии для	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3

	<b>электроэнергии</b>	электроподвижного состава	
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
2	<b>Выпрямители</b>	<b>Лекция 2.</b> Однофазные выпрямители. <b>Лекция 3.</b> Трехфазные выпрямители. <b>Лекция 4.</b> Многофазные выпрямители. <b>Лекция 5.</b> Управляемые выпрямители. <b>Лекция 6.</b> Работа выпрямителей на активно-индуктивную нагрузку.	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<b>Лабораторная работа 1. (4 часа)</b> Исследование несимметричного управляемого выпрямителя <b>Лабораторная работа 2. (4 часа)</b> Исследование однофазного неуправляемого мостового выпрямителя <b>Лабораторная работа 3. (4 часа)</b> Исследование трехфазного мостового управляемого выпрямителя	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
3	<b>Преобразователи постоянно-постоянного тока</b>	<b>Лекция 7.</b> Принцип импульсного регулирования. <b>Лекция 8.</b> Импульсные преобразователи на основе тиристоров. Узлы коммутации, энергообменные контура. <b>Лекция 9.</b> Импульсные преобразователи на основе транзисторов. Импульсное регулирование тяговых электродвигателей в тяге и торможении. <b>Лекция 10.</b> Импульсное преобразователи со звеном переменного тока (DC-DC конверторы)	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<b>Лабораторная работа 4. (4 часа)</b> Исследование широтно-импульсного преобразователя напряжения	ПК-2.1.2
		<b>Практическая работа 1.</b> Построение алгоритмов управления тиристорами преобразователя и диаграмм токов, напряжений на элементах преобразователя. <b>Практическая работа 2.</b> Расчет параметров узла коммутации, определение предельной частоты регулирования <b>Практическая работа 3.</b> Расчет внешних характеристик преобразователя	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2

4	<b>Инверторы</b>	<b>Лекция 11.</b> Ведомые сетью инверторы. Выпрямительно-инверторные преобразователи. <b>Лекция 12.</b> Автономные инверторы тока. Инвертор с отсекающими диодами. <b>Лекция 13.</b> Автономные инверторы напряжения на основе тиристоров.	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<b>Лабораторная работа 5. (4 часа)</b> Исследование однофазного параллельного инвертора напряжения <b>Лабораторная работа 6. (4 часа)</b> Исследование автономного инвертора напряжения частотно-регулируемого привода	ПК-2.1.2
		<b>Практическая работа 4.</b> Расчет параметров входного и выходного фильтра преобразователя <b>Практическая работа 5.</b> Расчет числа полупроводниковых приборов преобразователя	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
5	<b>Преобразователи переменно-переменного тока</b>	<b>Лекция 14.</b> 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
		<b>Практическая работа 6.</b> Определение параметров защитных элементов преобразователя	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к тестированию по разделу. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п. 8.5.	ПК-2.1.2
6	<b>Преобразователи электроподвижного состава</b>	<b>Лекция 15.</b> Тяговые преобразователи электроподвижного состава с асинхронными тяговыми электродвигателями. <b>Лекция 16.</b> Преобразователи собственных нужд.	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК- 4.3.1, ПК -5.1.3
		<b>Лабораторная работа 6. (4 часа)</b> Исследование блока питания собственных нужд вагонов метрополитена	ПК-2.1.2
		<b>Практическая работа 7.</b> Расчет КПД преобразователя	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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:**

Таблица 5.3.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Л</b>	<b>ПЗ</b>	<b>ЛР</b>	<b>СРС</b>	<b>Всего</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	Классификация преобразователей электроэнергии	2	0	0	6	8
2	Выпрямители	8	0	6	14	30
3	Преобразователи постоянно-постоянного тока	4	6	2	10	28
4	Инверторы	4	4	4	10	26
5	Преобразователи переменно-переменного тока	2	2	0	10	14
6	Преобразователи электроподвижного состава	4	4	4	12	24
<b>Итого</b>		32	16	16	152	216
<b>Контроль</b>						<b>36</b>
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						<b>252</b>

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.3.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Л</b>	<b>ПЗ</b>	<b>ЛР</b>	<b>СРС</b>	<b>Всего</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	Классификация преобразователей электроэнергии	1	0	0	6	7
2	Выпрямители	2	0	2	14	18
3	Преобразователи постоянно-постоянного тока	1	2	1	10	28
4	Инверторы	1	0	1	10	26
5	Преобразователи переменно-переменного тока	1	1	0	10	14
6	Преобразователи электроподвижного состава	1	1	0	12	24
<b>Итого</b>		8	4	4	227	243
<b>Контроль</b>						<b>9</b>
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						<b>252</b>

## **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 направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

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, считающим 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. Середа, 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  
«13» января 2025 г.

\_\_\_\_\_ B.A. Васильев