

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

Б1.В.ДВ.2.1 «Системы тягового электроснабжения»

для направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

«Электрический транспорт»

Форма обучения — очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Протокол № 6 от 13.01.2025

Заведующий кафедрой  
«*Электроснабжение железных дорог*»  
13.01.2025

*А.В. Агунов*

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
13.01.2025

*А.М. Евстафьев*

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2.1 «Системы тягового электроснабжения» (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 128.02.2018, приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 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 приобретение обучающимися знаний, позволяющих им сформировать компетентность в области систем электроснабжения железных дорог на уровне знания устройства и принципов работы основных элементов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- выработка навыков и освоение средств самостоятельного обновления знаний в области систем электроснабжения железных дорог;
- получение практических навыков расчетов параметров систем тягового электроснабжения на основе графиков движения поездов;
- получение представления об устройствах и принципах работы системы тягового электроснабжения;
- получение представления о внешнем электроснабжении тяговых подстанций, аварийных режимах работы в системе тягового электроснабжения;

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

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1.1 Знает правила выполнения текстовых и графических документов, входящих в состав проектной документации ПК-1.1.2 Знает типовые формы отчета о предпроектном обследовании объекта автоматизации ПК-1.1.3 Знает методики и процедуры системы менеджмента качества ПК-1.1.5 Знает программу, используемую для написания и модификации документов, проведения расчетов	Обучающийся <i>знает</i> : <ul style="list-style-type: none"><li>– основные системы электрической тяги, применяемые в России и за рубежом, их преимущества и недостатки;</li><li>– основные схемы внешнего и тягового электроснабжения в соответствии;</li><li>– назначение, устройство и принципы работы основных элементов системы электроснабжения железных дорог;</li><li>– методы и программы расчета систем тягового электроснабжения</li><li>– методики и процедуры системы менеджмента качества</li></ul>

### 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

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	34
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	116
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6

Для заочной формы обучения

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)	191
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6

*Примечание: «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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог	<b>Лекции</b> 1.1. Краткий исторический обзор и современное состояние техники производства, передачи и распределения электрической энергии в России и за рубежом	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

		<p>1.2. Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог постоянного и переменного тока. Основные характеристики СТЭ. Требования, предъявляемые к СТЭ</p> <p>1.3 Перспективные системы тягового электроснабжения (СТЭ переменного тока 2 х25 кВ, трехпроводные СТЭ постоянного тока, СТЭ постоянного тока повышенного напряжения</p> <p>1.4. Преимущества и недостатки систем электроснабжения железных дорог постоянного и переменного тока.</p> <p><b>Лабораторные работы</b>  <b>ЛР № 1</b>  Изучение систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока</p> <p><b>Самостоятельная работа</b>  Изучение структурных схем СТЭ постоянного и переменного тока</p>	
2	Назначение, устройство и принципы работы тяговых подстанций	<p><b>Лекции</b></p> <p>2.1. Классификация тяговых подстанций электрифицированных железных дорог. Схемы внешнего электроснабжения тяговых подстанций</p> <p>2.2. Основные функциональные узлы и элементы тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Структурные и однолинейные схемы тяговых</p> <p>2.3. Подключение трехфазных трансформаторов тяговых подстанций переменного тока к системе внешнего электроснабжения. Симметрирование нагрузок в линиях внешнего электроснабжения при подключении тяговой сети однофазного переменного тока.</p> <p><b>Лабораторные работы</b>  ЛР№2 Изучение однолинейной схемы учебной тяговой подстанции  ЛР№3 Изучение распределительного устройства переменного тока напряжением 27, 5кВ и распределительного устройства постоянного тока напряжением 3,3кВ</p> <p><b>Самостоятельная работа</b>  Самостоятельное изучение однолинейных схем тяговых подстанций постоянного и переменного тока</p>	<p>ПК-1.1.1  ПК-1.1.2  ПК-1.1.5</p>

3	Назначение, устройство и принципы работы тяговых сетей железной дороги	<p><b>Лекции</b></p> <p>3.1. Основные элементы тяговой сети. Требования, предъявляемые к тяговой сети. Контактная сеть. Конструкция воздушных подвесок контактной сети. Провода и тросы, применяемые в контактной подвеске</p> <p>3.2. Классификация контактных подвесок. Секционирование контактной сети. Опорные и поддерживающие конструкции контактной сети. Схемы питания контактной сети.</p> <p>3.3. Рельсовые сети.</p> <p><b>Лабораторные работы</b></p> <p>ЛР № 4 Изучение устройства контактных сетей постоянного и переменного тока</p> <p>ЛР № 5 Изучение схем питания и устройств секционирования контактных сетей постоянного и переменного тока</p> <p>ЛР № 6 Исследование взаимодействия контактных подвесок и токоприемников</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Изучение особенностей работы основных элементов тяговых сетей</p>	<p>ПК-1.1.1</p> <p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.1.5</p>
4	Расчеты систем тягового электроснабжения	<p><b>Лекции</b></p> <p>3.1 Особенности тяговой нагрузки. Условия работы системы электроснабжения. Цели расчетов СТЭ и основные расчетные величины.</p> <p>3.2. Методы расчета систем электроснабжения. Метод равномерного сечения графика движения поездов. Мгновенные схемы. Параметры тяговой сети постоянного и переменного тока.</p> <p><b>Практические занятия</b></p> <p>ПЗ №1 Построение графика движения поездов, кривой потребляемого тока и расчет параметров тяговой сети.</p> <p>ПЗ №2 Расчет участка с односторонним питанием»</p> <p>ПЗ №3 Расчет участка с двухсторонним питанием</p> <p>ПЗ №4 Проверка мощности тяговых подстанций и проверка сечения контактной сети</p> <p>ПЗ №5 Определение стоимости потерь электроэнергии в тяговой сети»</p> <p>ПЗ №6 Расчет минимальных токов фидеров и минимальных напряжений на токоприемнике. Выбор уставок быстродействующих выключателей.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p>	<p>ПК-1.1.1</p> <p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.1.5</p>

		Изучение нормативной документации, содержащей требования к СТЭ	
5	Системы электроснабжения нетяговых потребителей	<p><b>Лекции</b>  4.1. Нетяговые потребители железнодорожного транспорта. Требования к электроснабжению нетяговых потребителей. Основные схемы электроснабжения нетяговых потребителей.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b>  Изучение нормативной документации, содержащей требования электроснабжению нетяговых потребителей</p>	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
6	Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава	<p><b>Лекции</b>  5.1 Основные показатели качества электрической энергии. Требования, предъявляемые к СТЭ. Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава</p> <p><b>Самостоятельная работа</b>  Изучение нормативной документации, регламентирующие показатели качества электроэнергии. Самостоятельное изучение конспекта лекций</p>	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
7	Система менеджмента качества ОАО «РЖД»	<p><b>Лекции</b>  6.1 Современные концепции менеджмента качества. Применение системы менеджмента качества в ОАО «РЖД» и на Октябрьской ж.д.  6.2 Бережливое производство» в ОАО «РЖД»</p> <p><b>Самостоятельная работа</b>  Самостоятельное изучение международных и российских стандартов качества</p>	ПК-1.1.3

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог	<p><b>Лекции</b></p> <p>1.1. Краткий исторический обзор и современное состояние техники производства, передачи и распределения электрической энергии в России и за рубежом</p> <p>1.2. Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог постоянного и переменного тока. Основные характеристики СТЭ. Требования, предъявляемые к СТЭ</p> <p>1.3 Перспективные системы тягового электроснабжения (СТЭ переменного тока 2 х25 кВ, трехпроводные СТЭ постоянного тока, СТЭ постоянного тока повышенного напряжения</p> <p>1.4. Преимущества и недостатки систем электроснабжения железных дорог постоянного и переменного тока.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Изучение структурных схем СТЭ постоянного и переменного тока</p>	ПК-1.1.2
2	Назначение, устройство и принципы работы тяговых подстанций	<p><b>Лекции</b></p> <p>2.1. Классификация тяговых подстанций электрифицированных железных дорог. Схемы внешнего электроснабжения тяговых подстанций</p> <p>2.2. Основные функциональные узлы и элементы тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Структурные и однолинейные схемы тяговых</p> <p>2.3. Подключение трехфазных трансформаторов тяговых подстанций переменного тока к системе внешнего электроснабжения. Симметрирование нагрузок в линиях внешнего электроснабжения при подключении тяговой сети однофазного переменного тока.</p> <p><b>Лабораторные работы</b></p> <p>ЛР№2 Изучение однолинейной схемы учебной тяговой подстанции</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p>	ПК-1.1.2



		Самостоятельное изучение однолинейных схем тяговых подстанций постоянного и переменного тока	
3	Назначение, устройство и принципы работы тяговых сетей железной дороги	<p><b>Лекции</b></p> <p>3.1. Основные элементы тяговой сети. Требования, предъявляемые к тяговой сети. Контактная сеть. Конструкция воздушных подвесок контактной сети. Провода и тросы, применяемые в контактной подвеске</p> <p>3.2. Классификация контактных подвесок. Секционирование контактной сети. Опорные и поддерживающие конструкции контактной сети. Схемы питания контактной сети.</p> <p>3.3. Рельсовые сети.</p> <p><b>Лабораторные работы</b></p> <p>ЛР № 4 Изучение устройства контактных сетей постоянного и переменного тока</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Изучение особенностей работы основных элементов тяговых сетей</p>	ПК-1.1.2
4	Расчеты систем тягового электроснабжения	<p><b>Лекции</b></p> <p>3.1 Особенности тяговой нагрузки. Условия работы системы электроснабжения. Цели расчетов СТЭ и основные расчетные величины.</p> <p>3.2. Методы расчета систем электроснабжения. Метод равномерного сечения графика движения поездов. Мгновенные схемы. Параметры тяговой сети постоянного и переменного тока.</p> <p><b>Контрольная работа</b></p> <p>Расчет системы тягового электроснабжения переменного тока</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Изучение нормативной документации, содержащей требования к СТЭ</p>	ПК-1.1.2
5	Системы электроснабжения нетяговых потребителей	<p><b>Лекции</b></p> <p>4.1. Нетяговые потребители железнодорожного транспорта. Требования к электроснабжению нетяговых потребителей. Основные схемы электроснабжения нетяговых потребителей.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Изучение нормативной документации, содержащей требования электроснабжению нетяговых потребителей</p>	ПК-1.1.2

6	Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава	<b>Лекции</b> 5.1 Основные показатели качества электрической энергии. Требования, предъявляемые к СТЭ. Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава <b>Самостоятельная работа</b> Изучение нормативной документации, регламентирующие показатели качества электроэнергии. Самостоятельное изучение конспекта лекций	ПК-1.1.2
7	Система менеджмента качества ОАО «РЖД»	<b>Лекции</b> 6.1 Современные концепции менеджмента качества. Применение системы менеджмента качества в ОАО «РЖД» и на Октябрьской ж.д. 6.2 Бережливое производство в ОАО «РЖД» <b>Самостоятельная работа</b> Самостоятельное изучение международных и российских стандартов качества	ПК-1.1.3

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог	8		4	10	22
2	Назначение, устройство и принципы работы тяговых подстанций	6		6	10	22
3	Назначение, устройство и принципы работы тяговых сетей железной дороги	6		6	10	22
4	Расчеты систем тягового электроснабжения	4	16		56	76
5	Системы электроснабжения нетяговых потребителей	2			10	12
6	Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава	2			10	12
7	Система менеджмента качества ОАО «РЖД»	4			10	12
	<b>Итого</b>	32	16	16	116	180
<b>Контроль</b>						36
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						216

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог	2			30	32
2	Назначение, устройство и принципы работы тяговых подстанций	1		2	20	23
3	Назначение, устройство и принципы работы тяговых сетей железной дороги	1		2	20	23
4	Расчеты систем тягового электроснабжения	1	4		61	66
5	Системы электроснабжения нетяговых потребителей	1			20	21
6	Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава	1			20	21
7	Система менеджмента качества ОАО «РЖД»	1			20	21
	<b>Итого</b>	8	4	4	191	207
<b>Контроль</b>						9
<b>Всего</b> (общая трудоемкость, час.)						216

#### **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 разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, 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 образовательной программы по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/ магистратуры, 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 используются лаборатории кафедры «Тяговые подстанции», «Контактные сети» оборудованные следующими приборами/специальной техникой/установками используемыми в учебном процессе<sup>1</sup>:

- коммутационное оборудование;
- поддерживающие конструкции контактной сети
- макет контактной сети.

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:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

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

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

- Электрические железные дороги [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2010. — 356 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/35816>. — Загл. с экрана.
- Почаевец, В.С. Введение в специальность "Электроснабжение на

железнодорожном транспорте" [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2005. — 139 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59947>. — Загл. с экрана.

– ГОСТ 32895-2014 Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения

– СП 224.1326000.2014 Тяговое электроснабжение железной дороги.

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

– Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://my.pgups.ru) — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.economy.gov.ru> — Режим доступа: свободный;

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы, доцент  
13.01.2025

*О.А. Степанская*