

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

A.B. Агунов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
13.01.2025

A.M. 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 знает: <ul style="list-style-type: none">– основные системы электрической тяги, применяемые в России и за рубежом, их преимущества и недостатки;– основные схемы внешнего и тягового электроснабжения в соответствии;– назначение, устройство и принципы работы основных элементов системы электроснабжения железных дорог;– методы и программы расчета систем тягового электроснабжения– методики и процедуры системы менеджмента качества |

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 | Лекции 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>Лабораторные работы</p> <p>ЛР № 1</p> <p>Изучение систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение структурных схем СТЭ постоянного и переменного тока</p> | |
| 2 | Назначение, устройство и принципы работы тяговых подстанций | <p>Лекции</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>Лабораторные работы</p> <p>ЛР№2 Изучение однолинейной схемы учебной тяговой подстанции</p> <p>ЛР№3 Изучение распределительного устройства переменного тока напряжением 27, 5кВ и распределительного устройства постоянного тока напряжением 3,3кВ</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Самостоятельное изучение однолинейных схем тяговых подстанций постоянного и переменного тока</p> | ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 |

| | | | |
|---|--|--|----------------------------------|
| 3 | Назначение, устройство и принципы работы тяговых сетей железной дороги | <p>Лекции</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>Лабораторные работы</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>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение особенностей работы основных элементов тяговых сетей</p> | ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 |
| 4 | Расчеты систем тягового электроснабжения | <p>Лекции</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>Практические занятия</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>Самостоятельная работа</p> | ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 |

| | | | |
|---|---|--|----------------------------------|
| | | Изучение нормативной документации, содержащей требования к СТЭ | |
| 5 | Системы электроснабжения нетяговых потребителей | <p>Лекции</p> <p>4.1. Нетяговые потребители железнодорожного транспорта. Требования к электроснабжению нетяговых потребителей. Основные схемы электроснабжения нетяговых потребителей.</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>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>Лекции</p> <p>5.1 Основные показатели качества электрической энергии. Требования, предъявляемые к СТЭ. Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>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>Лекции</p> <p>6.1 Современные концепции менеджмента качества. Применение системы менеджмента качества в ОАО «РЖД» и на Октябрьской ж.д.</p> <p>6.2 Бережливое производство» в ОАО «РЖД»</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>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 электрифицированн ых железных дорог | <p>Лекции</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 2x25 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>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение структурных схем СТЭ постоянного и переменного тока</p> | ПК-1.1.2 |
| 2 | Назначение, устройство и принципы работы тяговых подстанций | <p>Лекции</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>Лабораторные работы</p> <p>ЛР №2 Изучение однолинейной схемы учебной тяговой подстанции</p> <p>Самостоятельная работа</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>Лекции</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>Лабораторные работы</p> <p>ЛР № 4 Изучение устройства контактных сетей постоянного и переменного тока</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение особенностей работы основных элементов тяговых сетей</p> | ПК-1.1.2 |
| 4 | Расчеты систем тягового электроснабжения | <p>Лекции</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>Контрольная работа</p> <p>Расчет системы тягового электроснабжения переменного тока</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение нормативной документации, содержащей требования к СТЭ</p> | ПК-1.1.2 |
| 5 | Системы электроснабжения нетяговых потребителей | <p>Лекции</p> <p>4.1. Нетяговые потребители железнодорожного транспорта. Требования к электроснабжению нетяговых потребителей. Основные схемы электроснабжения нетяговых потребителей.</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение нормативной документации, содержащей требования электроснабжению нетяговых потребителей</p> | ПК-1.1.2 |

| | | | |
|---|---|--|----------|
| 6 | Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава | <p>Лекции</p> <p>5.1 Основные показатели качества электрической энергии. Требования, предъявляемые к СТЭ. Влияние качества электроэнергии на работу электроподвижного состава</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение нормативной документации, регламентирующие показатели качества электроэнергии. Самостоятельное изучение конспекта лекций</p> | ПК-1.1.2 |
| 7 | Система менеджмента качества ОАО «РЖД» | <p>Лекции</p> <p>6.1 Современные концепции менеджмента качества. Применение системы менеджмента качества в ОАО «РЖД» и на Октябрьской ж.д.</p> <p>6.2 Бережливое производство в ОАО «РЖД»</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Самостоятельное изучение международных и российских стандартов качества</p> | 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 |
| Итого | | 32 | 16 | 16 | 116 | 180 |
| Контроль | | | | | | 36 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | | 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 |
| Итого | | 8 | 4 | 4 | 191 | 207 |
| Контроль | | | | | | 9 |
| Всего (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 процессе¹:

- 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 — 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

O.A. Степанская