

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.12 «ТЯГОВЫЕ И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ»**

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 18.12. 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 «Тяговые и трансформаторные подстанции» (Б1.В.12) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утверждённого «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217 с учётом профессиональных стандартов: 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 31.03.2022 № 193н; 17.100 «Специалист по технической поддержке процесса эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.06.2020 № 334н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 20.06.2020, регистрационный номер № 59018).

Целью изучения дисциплины является приобретение обучающимися знаний, умений и навыков в области технической диагностики систем тягового электроснабжения железных дорог.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение особенностей работы трёхфазных электрических сетей в нормальных и аварийных режимах;
- владение методами расчёта токов короткого замыкания и выбора электрооборудования распределительных устройств;
- приобретение навыков проектирования тяговых и трансформаторных подстанций;
- изучение основного электрооборудования, схемных, компоновочных и конструктивных решений тяговых и трансформаторных подстанций.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведёнными в таблице 2.1.

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Организация выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
<b>ПК-1.1.1</b> Знает нормативно-технические и руководящие документы по организации работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>знает</i> : - нормативно-техническую документацию по организации работ на тяговой подстанции; - правила устройств электроустановок; - способы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии; - назначение, устройство, принципы действия, технические характеристики и конструктивные особенности; - технологии выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу устройств электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта.
<b>ПК-1.1.2</b> Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
<b>ПК-1.1.6</b> Знает Правила устройства электроустановок	
<b>ПК-1.2.1</b> Умеет применять методы диагностики оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>умеет</i> : - проводить визуальный осмотр электроустановки; - провести проверку устройства в работе с помощью измерительной аппаратуры, приборов; – работать с программным обеспечением, связанным с обслуживанием устройств электрификации и электроснабжения;
<b>ПК-1.2.3</b> Умеет читать схемы оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	- читать однолинейные схемы тяговых подстанций.
<b>ПК-1.2.4</b> Умеет оценивать работу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<p>транспорта  <b>ПК-1.3.3</b> Имеет навыки оформления нарядов-допусков, распоряжений на производство работ  <b>ПК-1.3.4</b> Имеет навыки диагностики работы обслуживаемого оборудования, устройств и систем устройств электроснабжения железнодорожного транспорта  <b>ПК-1.3.5</b> Имеет навыки по разработке мероприятий по совершенствованию технологии обслуживания и предупреждению неисправностей оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p>	<p>Обучающийся <i>владеет</i>:  –навыками диагностики электротехнического оборудования;  –навыками заполнение наряда - допуска;  –навыками обслуживания и ремонта электротехнического оборудования.</p>
<p><b>ПК-2</b> <i>Контроль производственной и хозяйственной деятельности участков производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</i></p>	
<p><b>ПК-2.1.1</b> Знает Правила содержания оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта  <b>ПК-2.1.2</b> Знает методы диагностики технического состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта, схемы и принципы действия приборов диагностики  <b>ПК-2.2.1</b> Умеет определять методы контроля качества выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:  - знает правила содержания территории подстанции;  -знание правила содержания оборудования и средств индивидуальной защиты;  закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем;  -методы диагностики технического состояния оборудования.   Обучающийся <i>умеет</i>:  - использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания систем обеспечения движения поездов;  - обнаруживать и устранять отказы устройств электроснабжения в эксплуатации;  - анализировать, интерпретировать и моделировать в областях проектирования и ремонта систем обеспечения движения поездов;  - разрабатывать проекты устройств электроснабжения с учётом экономических параметров.</p>

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<p><b>ПК-2.2.3</b> Умеет применять методы инструментального контроля при проведении проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p>	
<p><b>ПК-3</b> <i>Анализ результатов производственной деятельности участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</i></p>	
<p><b>ПК-3.1.1</b> Знает нормы расхода и способы эффективного использования материалов, запасных частей и электроэнергии при эксплуатации оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p> <p><b>ПК-3.2.3</b> Умеет определять визуально и при помощи измерительного инструмента и приспособлений качество выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p> <p><b>ПК-3.3.1</b> Имеет навыки анализа причин возникновения отказов оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p> <p><b>ПК-3.3.4</b> Имеет навыки анализа результатов осмотров и проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- квалификацию материалов по электрическим свойствам;</li> <li>- способы эффективного использования материалов.</li> </ul> <p>Обучающийся <i>умеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визуально и при помощи измерительных приборов определять неисправность оборудования.</li> </ul> <p>Обучающийся <i>владеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыком производит осмотры и анализировать причины возникновения неисправности оборудования.</li> </ul>

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4</b> Оказание практической помощи дистанциям электроснабжения по предупреждению поврежденных устройств электрификации и электроснабжения	
<p><b>ПК-4.1.3</b> Знает Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения, контактной сети, питающих линий, отсасывающих линий, шунтирующих линий и линий электропередачи</p> <p><b>ПК-4.1.4</b> Знает Стандарты и технические условия на техническое обслуживание и ремонт устройств электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта</p> <p><b>ПК-4.3.1</b> Имеет навыки исследования случаев повреждений устройств электрификации и электроснабжения с последующим составлением технических заключений</p> <p><b>ПК-4.3.5</b> Имеет навыки проведения экспертной оценки внедрения электротехнического оборудования контактной сети, тяговых подстанций и энергетики</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологию выполнения вспомогательных работ при уборке территории;</li> <li>- правила содержания питающих и отсасывающих линий;</li> <li>- стандарты на техническое обслуживание тяговых подстанций.</li> </ul> <p>Обучающийся <i>владеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами расчёта и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия;</li> <li>- способами сбора, систематизации, обобщения и обработки научно-технической информации, подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, отчётов и библиографий по объектам исследования;</li> <li>- методологией расчётов основных параметров тягового электроснабжения</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:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		6	7
Контактная работа (по видам учебных занятий)	106	42	64
В том числе:			
– лекции (Л)		28	32
– практические занятия (ПЗ)		-	16
– лабораторные работы (ЛР)	30	14	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	106	30	76
Контроль	40	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, 3, КП	Э	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7	108/3	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28	28
В том числе:		
– лекции (Л)		16
– практические занятия (ПЗ)		4
– лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	211	211
Контроль	13	13
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э,3,КП	Э,3,КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7	252/7

## 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.	Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании	1.1. Способы записи графиков электрических нагрузок. 1.2. Виды графиков нагрузки и коэффициенты, характеризующие их 1.3. Применение графиков нагрузки в эксплуатации и при проектировании.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
2.	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2.1. Общие сведения. 2.2. Трехфазные сети с изолированными нейтралью. 2.3. Трехфазные сети с нейтралью, заземленными через дугогасящие катушки (компенсированные сети). 2.4. Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралью. Лабораторная работа .Вводная часть.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
3.	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	3.1. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. 3.2. Виды коротких замыканий.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
4.	Физический процесс короткого замыкания	4.1. Короткое замыкание в электрически удаленной точке. 4.2. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ). Лабораторная работа №1	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
5.	Физический процесс короткого замыкания (продолжение)	4.3. Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ. 4.4. Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий. Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
6.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	5.1. Определение начального тока короткого замыкания (или $I_k$ в электрически удаленной точке).	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6

		5.2. Определение результирующего сопротивления в именованных единицах (ток короткого замыкания $I_k$ ). Защита лабораторная работа №1	ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
7.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях (продолжение)	5.3. Определение результирующего сопротивления в относительных единицах. Курсовой проект	ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
8.	Расчетные кривые и их использование	6.1. Определение тока трехфазного короткого замыкания в любой момент времени. 6.2. Особенности использования расчетных кривых. Лабораторная работа №2 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
9.	Расчет токов несимметричных коротких замыканий	7.1. Основы метода расчета. 7.2. Схема замещения цепи при несимметричных коротких замыканиях. Курсовой проект	ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
10.	Сопротивления различных последовательностей	8.1. Индуктивное сопротивление прямой последовательности 8.2. Сопротивление обратной последовательности 8.3. Сопротивление нулевой последовательности Защита лабораторная работа №2 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
11.	Термическое действие токов короткого замыкания	9.1. Термическое действие токов короткого замыкания 9.2. Проверка оборудования на термическую стойкость Курсовой проект	ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
12.	Динамическое действие токов короткого замыкания	10.1 Динамическое действия токов короткого замыкания 10.2 Проверка оборудования на	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1

		динамическую стойкость Лабораторная работа №3 Курсовой проект	ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
13.	Ограничение токов короткого замыкания	11.1. Общая характеристика методов 11.2 Выбор линейного реактора 11.3 Последствия ректоров в сетях переменного тока Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
14.	Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах	12.1 Общие сведения об аппаратах и условия их работы 12.2 Отключение цепей переменного тока 12.3. Отключение цепей постоянного тока Курсовой проект Защита лабораторных работ №3	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
15.	Тяговые и трансформаторные подстанции	13.1 Назначение , классификация и схемы питания тяговых подстанций 13.2 Основное оборудования тяговых подстанций 13.2 Общие сведения о тяговых подстанция постоянного тока. Выпрямитель схемы выпрямления. 13.2. Общие сведения о тяговых подстанций переменного тока Лабораторная работа №4 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
16.	Силовое оборудование тяговых подстанций	14.1. Конструкция, номинальные параметры и принцип действия силовых трансформаторов 14.2. Осмотр и текущий ремонт силовых трансформаторов Курсовой проект Практическое занятие №1	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
17.	Трансформаторы тока	15.1. Принцип работы и особенности трансформаторов тока. 15.2. Конструкция и схемы включения. Лабораторная работа №5	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4

			ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
18.	Трансформаторы напряжения	16.1. Принцип работы и особенности трансформаторов напряжения. 16.2. Конструкция и схемы включения. Курсовой проект Практическое занятие №1 (продолжение)	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
19.	Основные принципы устройства высоковольтных выключателей	17.1. Основные способы гашения электрической дуги. 17.2. Требования к выключателям. Характеристики. Защита лабораторных работ №5,4 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
20.	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов	18.1. Конструкция высоковольтных выключателей, достоинства и недостатки. 18.2. Выбор выключателей. Курсовой проект Практическое занятие №2	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
21.	Разъединители, короткозамыкатели и отделители	19.1 Конструкция и принцип действия разъединителей 19.2 Короткозамыкатели и отделители. Схемы подключения с помощью их. Лабораторная работа №6 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
22.	Выключатели нагрузки. Привод электрических аппаратов	20.1 Выключатели нагрузки. 20.2 Приводы электрических аппаратов Курсовой проект Практическое занятие №2 (продолжение)	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
23.	Ограничители перенапряжений ,	21.1.Конструкция и принцип действия ограничителей	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6

	разрядники	перенапряжения и разрядников. 21.2 Выбор ограничителей напряжения Лабораторная работа №7 Курсовой проект	ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
24.	Схемы главных и вспомогательных цепей тяговой подстанции	22.1. Токоведущие части. 22.2. Выбор проверка токоведущих частей. Курсовой проект Практическое занятие №3	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3
25.	Системы шин распределительных устройств	23.1. Типы присоединений цепи главного тока. 23.2. Системы сборных шин распределительных устройств цепи главного тока и вспомогательных цепей. Защита лабораторных работ №6,7 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
26.	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока	24.1. Особенности схемы главной коммутации. Аппаратура РУ тягового тока. 24.2. Компенсирующее устройство. 24.3. Схема подключения и элементы блока КУ. Курсовой проект Практическое занятие №3 (продолжение).	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1
27.	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока	25.1. РУ постоянного тока и его присоединения. 25.2. Присоединение фидеров контактной сети. 25.3. Сглаживающие фильтр-устройства. Лабораторная работа №8 Курсовой проект	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.13
28.	Собственные нужды тяговой подстанции	26.1. Потребители собственных нужд подстанции. 26.2. Источники и схемы питания устройств собственных нужд. 26.3. Выбор аккумуляторной батареи. Защита курсового проекта Практическое занятие №4	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1
29.	Компоновочные решения тяговых подстанций	27.1. Компоновка оборудования тяговой подстанции постоянного тока в здании. 27.2. Компоновка оборудования тяговых подстанций постоянного тока в контейнерах. 27.3. Компоновка оборудования тяговой подстанции переменного тока в контейнерах.	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1

		Защита курсового проекта Защита лабораторных работ №8	
30.	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	28.1. Назначение заземлений 28.2. Принципы расчета заземляющих устройств. 28.3. Порядок расчета заземляющего контура подстанции. 28.4. Особенности заземления РУ-3,3 кВ постоянного тока. Защита курсового проекта Практическое занятие №4 (продолжение)	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании	1.1. Способы записи графиков электрических нагрузок. 1.2. Виды графиков нагрузки и коэффициенты, характеризующие их 1.3. Применение графиков нагрузки в эксплуатации и при проектировании.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
2	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2.1. Общие сведения. 2.2. Трехфазные сети с изолированными нейтралью. 2.3. Трехфазные сети с нейтралью, заземленными через дугогасящие катушки (компенсированные сети). 2.4. Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралью.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
3	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	3.1. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. 3.2. Виды коротких замыканий.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
4	Физический процесс короткого замыкания	4.1. Короткое замыкание в электрически удаленной точке. 4.2. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ).	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
5	Физический процесс короткого замыкания (продолжение)	4.3. Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ. 4.4. Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК-1.3.4 ПК-1.3.5

			ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
6	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	5.1. Определение начального тока короткого замыкания (или $I_k$ в электрически удаленной точке). 5.2. Определение результирующего сопротивления в именованных единицах (ток короткого замыкания $I_k$ ). Практическое занятие №1 Курсовой проект	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
7	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях (продолжение)	5.3. Определение результирующего сопротивления в относительных единицах.	ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
8	Расчётные кривые и их использование	6.1. Определение тока трехфазного короткого замыкания в любой момент времени. 6.2. Особенности использования расчётных кривых. Практическое занятие №2	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
9	Расчет токов несимметричных коротких замыканий	7.1. Основы метода расчета. 7.2. Схема замещения цепи при несимметричных коротких замыканиях.	ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
0	Сопротивления различных последовательностей	8.1. Индуктивное сопротивление прямой последовательности 8.2. Сопротивление обратной последовательности 8.3. Сопротивление нулевой последовательности	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
1	Термическое действие токов короткого замыкания	9.1. Термическое действие токов короткого замыкания 9.2. Проверка оборудования на термическую стойкость	ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5

2	Динамическое действие токов короткого замыкания	10.1 Динамическое действия токов короткого замыкания 10.2 Проверка оборудования на динамическую стойкость	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
3	Ограничение токов короткого замыкания	11.1. Общая характеристика методов 11.2 Выбор линейного реактора 11.3 Последствия ректоров в сетях переменного тока	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
4	Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах	12.1 Общие сведения об аппаратах и условия их работы 12.2 Отключение цепей переменного тока 12.3. Отключение цепей постоянного тока	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
5	Тяговые и трансформаторные подстанции	13.1 Назначение , классификация и схемы питания тяговых подстанций 13.2 Основное оборудования тяговых подстанций 13.2 Общие сведения о тяговых подстанция постоянного тока. Выпрямитель схемы выпрямления. 13.2. Общие сведения о тяговых подстанций переменного тока Лабораторные работы №1,2,3,4,5	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
6	Силовое оборудование тяговых подстанций	14.1. Конструкция, номинальные параметры и принцип действия силовых трансформаторов 14.2.Осмотр и текущий ремонт силовых трансформаторов Защита лабораторных работ №1,2,3,4,5	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
7	Трансформаторы тока	15.1. Принцип работы и особенности трансформаторов тока. 15.2. Конструкция и схемы включения.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4

			ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
8	Трансформаторы напряжения	16.1. Принцип работы и особенности трансформаторов напряжения. 16.2. Конструкция и схемы включения.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4
9	Основные принципы устройства высоковольтных выключателей	17.1. Основные способы гашения электрической дуги. 17.2. Требования к выключателям. Характеристики.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
0	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов	18.1. Конструкция высоковольтных выключателей, достоинства и недостатки. 18.2. Выбор выключателей. Лабораторные работы №6,7,8	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
1	Разъединители, короткозамыкатели и отделители	19.1 Конструкция и принцип действия разъединителей 19.2 Короткозамыкатели и отделители. Схемы подключения с помощью их.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5 ПК- 4.1.3 ПК- 4.1.4 ПК- 4.3.1 ПК- 4.3.5
2	Выключатели нагрузки. Привод электрических аппаратов	20.1 Выключатели нагрузки. 20.2 Приводы электрических аппаратов	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5

3	Ограничители перенапряжений , разрядники	21.1.Конструкция и принцип действия ограничителей перенапряжения и разрядников. 21.2 Выбор ограничителей напряжения	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6 ПК-1.2.1 ПК-1.2.3 ПК-1.2.4 ПК-1.3.3 ПК- 1.3.4 ПК-1.3.5
4	Схемы главных и вспомогательных цепей тяговой подстанции	22.1. Токоведущие части. 22.2. Выбор проверка токоведущих частей. Защита лабораторных работ №6,7,8	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3
5	Системы шин распределительных устройств	23.1. Типы присоединений цепи главного тока. 23.2. Системы сборных шин распределительных устройств цепи главного тока и вспомогательных цепей.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.1.6
6	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока	24.1. Особенности схемы главной коммутации. Аппаратура РУ тягового тока. 24.2. Компенсирующее устройство. 24.3. Схема подключения и элементы блока КУ.	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1
7	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока	25.1. РУ постоянного тока и его присоединения. 25.2. Присоединение фидеров контактной сети. 25.3. Сглаживающие фильтр-устройства.	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.13
8	Собственные нужды тяговой подстанции	26.1. Потребители собственных нужд подстанции. 26.2. Источники и схемы питания устройств собственных нужд. 26.3. Выбор аккумуляторной батареи. Защита курсового проекта	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1
9	Компоновочные решения тяговых подстанций	27.1. Компоновка оборудования тяговой подстанции постоянного тока в здании. 27.2. Компоновка оборудования тяговых подстанций постоянного тока в контейнерах. 27.3. Компоновка оборудования тяговой подстанции переменного тока в контейнерах. Защита курсового проекта	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3 ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1
0	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	28.1. Назначение заземлений 28.2. Принципы расчета заземляющих устройств. 28.3. Порядок расчета	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3

		заземляющего контура подстанции. 28.4. Особенности заземления РУ- 3,3 кВ постоянного тока. Защита курсового проекта	ПК-3.1.1 ПК-3.2.3 ПК-3.3.1
--	--	--	----------------------------------

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

п/п	Наименование раздела дисциплины	6 семестр				7 семестр			
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании	2	-	-	2	-	-	-	-
2.	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2	-	2	2	-	-	-	-
3.	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	2	-	-	2	-	-	-	-
4.	Физический процесс короткого замыкания	2	-	2	2	-	-	-	-
5.	Физический процесс короткого замыкания (продолжение)	2	-	-	2	-	-	-	-
6.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	2	-	2	2	-	-	-	-
7.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях (продолжение)	2	-	-	2	-	-	-	-
8.	Расчетные кривые и их использование	2	-	2	4	-	-	-	-
9.	Расчет токов несимметричных коротких замыканий	2	-	-	2	-	-	-	-
10.	Сопротивления различных последовательностей	2	-	2	2	-	-	-	-
11.	Термическое действие токов короткого замыкания	2	-	-	2	-	-	-	-
12.	Динамическое действие токов короткого замыкания	2	-	2	2	-	-	-	-
13.	Ограничение токов короткого замыкания	2	-	-	2	2	-	-	-
14.	Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах	2	-	2	2	2	-	-	-
15.	Тяговые и трансформаторные подстанции	2	-	-	-	2	-	2	4
16.	Силовое оборудование тяговых подстанций	2	-	-	-	2	2	-	6
17.	Трансформаторы тока	2	-	-	-	2	-	2	4
18.	Трансформаторы напряжения	2	-	-	-	2	2	-	6
19.	Основные принципы устройства высоковольтных выключателей	2	-	-	-	2	-	2	4
20.	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов	2	-	-	-	2	2	-	6
21.	Разъединители, короткозамыкатели,	2	-	-	-	2	-	2	4

	отделители и выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов								
22.	Выключатели нагрузки. Привод электрических аппаратов	2	-	-	-	2	2	-	6
23.	Ограничители перенапряжений , разрядники	2	-	-	-	2	-	2	4
24.	Схемы главных и вспомогательных цепей тяговой подстанции	2	-	-	-	2	2	-	6
25.	Системы шин распределительных устройств	2	-	-	-	2	-	2	4
26.	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока	2	-	-	-	2	2	-	6
27.	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока	2	-	-	-	2	-	2	4
28.	Собственные нужды тяговой подстанции	2	-			2	2	-	6
29.	Компоновочные решения тяговых подстанций	2	-	-	-	2	-	2	2
30.	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	2	-	-	-	2	2	-	4
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>76</b>

Для заочной формы обучения:  
Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1.	Графики электрических нагрузок и их использование в эксплуатации и при проектировании	2			6	8
2.	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции				8	8
3.	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия				6	6
4.	Физический процесс короткого замыкания	2			6	8
5.	Физический процесс короткого замыкания (продолжение)				3	3
6.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	2	2		4	8
7.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях (продолжение)				4	4
8.	Расчетные кривые и их использование	2	2		6	10
9.	Расчет токов несимметричных				8	8

	коротких замыканий					
10.	Соппротивления различных последовательностей				8	8
11.	Термическое действие токов короткого замыкания				8	8
12.	Динамическое действие токов короткого замыкания				8	8
13.	Ограничение токов короткого замыкания				8	8
14.	Гашение электрических дуг в отключающих аппаратах	2			6	8
15.	Тяговые и трансформаторные подстанции			2	6	8
16.	Силовое оборудование тяговых подстанций			2	6	8
17.	Трансформаторы тока				8	8
18.	Трансформаторы напряжения				8	8
19.	Основные принципы устройства высоковольтных выключателей	2			8	10
20.	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов			2	8	10
21.	Разъединители, короткозамыкатели, отделители и выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов				8	8
22.	Выключатели нагрузки. Привод электрических аппаратов				8	8
23.	Ограничители перенапряжений , разрядники				8	8
24.	Схемы главных и вспомогательных цепей тяговой подстанции	2		2	6	10
25.	Системы шин распределительных устройств				8	8
26.	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока				8	8
27.	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока				8	8
28.	Собственные нужды тяговой подстанции				8	8
29.	Компоновочные решения тяговых подстанций				8	8
30.	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	2			8	10
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>211</b>	<b>239</b>
<b>Контроль</b>						<b>13</b>
<b>Всего (общая трудоёмкость, час.)</b>						<b>252/7</b>

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

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утверждённым 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 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 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 «Учебная тяговая подстанция» оборудованная следующими установками:

- распределительное устройство постоянного тока;
- распределительное устройство переменного тока;
- рабочее место дежурного механика для управления 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;

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. Марикин А.Н. Тяговые и трансформаторные подстанции: Курс лекций / А.Н.Марикин, А.В.Мизинцев, В.М.Федоров, О.В.Хвостова.– СПб.:ФГБОУ ВПО ПГУПС,2015.- 190 с.

2. Марикин А.Н. Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций: Учебное пособие / А.Н.Марикин, А.В.Мизинцев. - М.: Маршрут, 2008. – 220 с.

3. Бей Ю.М., Мамошин Р.Р., Пупынин В.Н., Шалимов М.Г. Тяговые подстанции /Учебник для вузов ж.-д.транспорта.– М.:Транспорт, 1986.–319 с.

4. Тяговые и трансформаторные подстанции: метод. указ. к лабораторным работам / Сост. А.Н. Марикин, В.М. Федоров, Ю.П. Васильев, А.П. Самонин, И.М. Ермаков.–СПб.: ПГУПС, 2012.–41 с.

5. Тяговые и трансформаторные подстанции: метод. указ. к выполнению курсового проекта / Сост. А.Н. Марикин, В.М. Федоров, Ю.П. Васильев, О.В. Хвостова, –СПб.: ПГУПС, 2012.–41 с.

6. Требования к оформлению курсовых и дипломных проектов: учебно-метод. пособие / В.В. Ефимов. СПб.: Петербургский го. ун-т путей сообщения, 2010. – 46с.

7. Справочник по электроснабжению железных дорог. Том 2 /Под ред. К.Г. Марквардта. – М.: Транспорт, 1981. – 392 с.

Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) 7-7 и 6-е издания.– СПб.: Деан, 2016.–1168 с.

2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – СПб.: Деан, 2016.–304 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 рабочей программы,  
старший преподаватель  
«18» декабря 2024 г.

О.В. Хвостова