

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*

«ТЯГОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ» (Б1.В.ДВ.2.2)

для направления  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю  
«Электрический транспорт»

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

Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение железных дорог»  
18.12.2024

А.В. Агунов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
18.12.2024

А.М. Евстафьев

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Тяговые подстанции» (Б1.В.ДВ.02.02) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 144, с учетом профессионального стандарта (40.180) «Специалист в области проектирования систем электропривода», утвержденного 13 апреля 2017 г., приказ Минтруда России № 354н.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний, умений, навыков, позволяющих им сформировать компетенции в области тяговых подстанций, тягового электроснабжения электрического транспорта.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

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

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

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ПК-1: Планирование работ на участке по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов	
ПК-1.1.1 Правила выполнения текстовых и графических документов, входящих в состав проектной документации. ПК-1.1.2 Типовые формы отчета о предпроектном обследовании объекта автоматизации. ПК-1.1.3 Методики и процедуры системы менеджмента качества ПК-1.1.5 Программа, используемая для написания и модификации документов, проведения расчетов.	Обучающийся знает: -правила выполнения текстовых и графических документов, входящих в состав проектной документации; -типовые формы отчета о предпроектном обследовании объекта автоматизации; -методики и процедуры системы менеджмента качества; -программа, используемая для написания и модификации документов, проведения расчетов.

### **3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится «Тяговые подстанции» относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося.

### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
Контактная работа (по видам учебных занятий)		
В том числе:		
– лекции (Л)	64	64
– практические занятия (ПЗ)	32	32
– лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	16	16
Контроль	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э,КР	Э,КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6	216/6

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов	2 курс
Контактная работа (по видам учебных занятий)		
В том числе:		
– лекции (Л)	16	16
– практические занятия (ПЗ)	8	8
– лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	4	4
Контроль	191	191
Форма контроля (промежуточной аттестации)	9	9
Общая трудоемкость: час / з.е.	Э,КР	Э,КР
	216/6	216/6

### **5. Структура и содержание дисциплины**

#### **5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов**

Таблица 5.1.1

Для очной формы обучения (3 семестр/2 курс)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Раздел 1 Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	Лекция №1 Общие сведения. Трехфазные сети с изолированными нейтралями. Трехфазные сети с нейтралями, заземленными через дугогасящие катушки	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

		(компенсированные сети). Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралями.	
2.	Раздел 2 Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	<p>Лекция №2 Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Виды коротких замыканий.</p> <p>Лекция №3 Определение начального тока короткого замыкания (или <math>I_k</math> в электрически удаленной точке). Определение результирующего сопротивления в именованных единицах (ток короткого замыкания <math>I_k</math>). Определение результирующего сопротивления в относительных единицах.</p> <p>Курсовая работа Практическое занятие №1-2</p> <p>Лекция №4 Ограничение токов короткого замыкания Короткое замыкание в электрически удаленной точке. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ). Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ. Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий.</p> <p>Практическое занятие №3-4</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p> <p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p> <p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p>
3.	Раздел 3 Коммутационное оборудование тяговых подстанций	<p>Лекция №5 Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов. Конструкция высоковольтных выключателей, достоинства и недостатки. Выбор выключателей.</p> <p>Лабораторная работа №1-5</p> <p>Лекция №6 Разъединители. Короткозамыкатели и от делители. Выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов.</p> <p>Практическая №5-6</p> <p>Курсовая работа</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p> <p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p>
4.	Раздел 4. Силовое оборудование тяговых подстанций	<p>Лекция №7 Силовой трансформатор тяговой подстанции .</p> <p>Лекция №8 Трансформаторы тока</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p> <p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5</p>

		<p>. Принцип работы и особенности трансформаторов тока. Конструкция и схемы включения.</p> <p><u>Лекция №9</u></p> <p>Трансформаторы напряжения.</p> <p>Принцип работы и особенности трансформаторов напряжения. Конструкция и схемы включения.</p> <p><u>Лекция №10</u></p> <p>Собственные нужды тяговой подстанции. Потребители собственных нужд подстанции.</p> <p>Источники и схемы питания устройств собственных нужд. Выбор аккумуляторной батареи.</p> <p>Практическая работа №7</p> <p><u>Курсовой работы</u></p>	
5.	Раздел 5. Системы шин распределительных устройств	<p><u>Лекция №11</u></p> <p>Типы присоединений цепи главного тока. Системы сборных шин распределительных устройств цепи главного тока и вспомогательных цепей.</p> <p><u>Лекция №12</u> Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока</p> <p>Особенности схемы главной коммутации. Аппаратура РУ тягового тока. Компенсирующее устройство.</p> <p>Схема подключения и элементы блока КУ.</p> <p><u>Лекция №13</u></p> <p>Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока</p> <p>РУ постоянного тока и его присоединения. Присоединение фидеров контактной сети.</p> <p>Сглаживающие фильтр-устройства</p> <p>Практическая работа №8</p> <p>Защита отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
6.	Раздел 6  Компоновочные решения тяговых подстанций	<p><u>Лекция №14</u></p> <p>Компоновка оборудования тяговой подстанции постоянного тока в здании.</p> <p>Компоновка оборудования тяговых подстанций постоянного тока в контейнерах.</p> <p><u>Лекция №15</u></p> <p>Компоновка оборудования тяговой</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

		подстанции переменного тока в контейнерах. Защита отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	
7.	Раздел 7.Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	Лекция №16 Назначение заземлений Принципы расчета заземляющих устройств. Порядок расчета заземляющего контура подстанции. . Особенности заземления РУ-3,3 кВ постоянного тока. Защита курсовой работы	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

Таблица 5.1.2

Для заочной формы обучения 2курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
8.	Раздел 1 Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	Лекция №1 Общие сведения. Трехфазные сети с изолированными нейтралями. Трехфазные сети с нейтралями, заземленными через дугогасящие катушки (компенсированные сети). Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралями.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
9.	Раздел 2 Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	Лекция №2 Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Виды коротких замыканий. Лекция №3 Определение начального тока короткого замыкания (или $I_k$ в электрически удаленной точке). Определение результирующего сопротивления в именованных единицах (ток короткого замыкания $I_k$ ). Определение результирующего сопротивления в относительных единицах. Лекция №4 Ограничение токов короткого замыкания Короткое замыкание в электрически удаленной точке. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ). Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

		Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий. Курсовая работа Практическое занятие №1-2	
10.	Раздел 3 Коммутационное оборудование тяговых подстанций	Лекция №5 Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов. Конструкция высоковольтных выключателей, достоинства и недостатки. Выбор выключателей. Лекция №6 Разъединители. Короткозамыкатели и от делители. Выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов. Лабораторная работа №1,2,3,4 Курсовая работа	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
11.	Раздел 4. Силовое оборудование тяговых подстанций	Лекция №7 Силовой трансформатор тяговой подстанции . Лекция №8 Трансформаторы тока . Принцип работы и особенности трансформаторов тока. Конструкция и схемы включения. Лекция №9 Трансформаторы напряжения. Принцип работы и особенности трансформаторов напряжения. Конструкция и схемы включения. Лекция №10 Собственные нужды тяговой подстанции. Потребители собственных нужд подстанции. Источники и схемы питания устройств собственных нужд. Выбор аккумуляторной батареи. Курсыовой работа	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

12.	Раздел 5. Системы шин распределительных устройств	<p>Лекция №11 Типы присоединений цепи главного тока. Системы сборных шин распределительных устройств цепи главного тока и вспомогательных цепей.</p> <p>Лекция №12 Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока Особенности схемы главной коммутации. Аппаратура РУ тягового тока. Компенсирующее устройство. Схема подключения и элементы блока КУ.</p> <p>Лекция №13 Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока РУ постоянного тока и его присоединения. Присоединение фидеров контактной сети. Сглаживающие фильтр-устройства Защита отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
13.	Раздел 6  Компоновочные решения тяговых подстанций	<p>Лекция №14 Компоновка оборудования тяговой подстанции постоянного тока в здании. Компоновка оборудования тяговых подстанций постоянного тока в контейнерах.</p> <p>Лекция №15 Компоновка оборудования тяговой подстанции переменного тока в контейнерах. Защита отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
14.	Раздел 7. Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	<p>Лекция №16 Назначение заземлений Принципы расчета заземляющих устройств. Порядок расчета заземляющего контура подстанции. . Особенности заземления РУ-3,3 кВ постоянного тока. Защита курсовой работы</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5

### 5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 5.3.1

Для очной формы обучения (3семестр/2курс)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	3 семестр			
		Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Раздел 1 Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2	-	-	15
2.	Раздел 2 Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	8	8	-	15
3.	Раздел 3 Коммутационное оборудование тяговых подстанций	4	4	10	26
4.	Раздел 4. Силовое оборудования тяговых подстанций	8	2	-	15
5.	Раздел 5. Системы шин распределительных устройств	6	2	-	15
6.	Раздел 6 Компоновочные решения тяговых подстанций	4	-	6	15
7.	Раздел 7. Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	2	-	-	15
<b>Итого</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>116</b>

Таблица 5.3.2

Для заочной формы обучения (2 курс)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	2 курс			
		Л	ПЗ	ЛР	СРС
8.	Раздел 1 Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции		-	-	20
9.	Раздел 2 Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	2	4	-	20
10.	Раздел 3 Коммутационное оборудование тяговых подстанций	2	-	4	30
11.	Раздел 4. Силовое оборудования тяговых подстанций	2	-	-	30
12.	Раздел 5. Системы шин распределительных устройств	2	-	-	30
13.	Раздел 6 Компоновочные решения тяговых подстанций		-	-	30
14.	Раздел 7. Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	-	-	-	31
<b>Итого</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>191</b>

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

Оценочные материалы по дисциплине являются 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 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 бакалавриата по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, 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. Маркин, 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