

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.02.02)

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

по специализации

«Электрический транспорт железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

по специализации

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2023

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 по направлению подготовки/специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 215, с учетом профессионального стандарта 17.055.Профессиональный образовательный стандарт «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 года №252Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №1099) и профессионального стандарта 17.038 Профессиональный стандарт «Специалист по оперативному руководству колонной локомотивных бригад тягового подвижного состава, бригад специального железнодорожного подвижного состава, машинистами кранов на железнодорожном ходу» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 марта 2021 года №164Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №872).

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний, умений, навыков, позволяющих им сформировать компетенции в области тяговых и трансформаторных 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 специалитета индикаторами достижения компетенций

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

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Планирование работ на участке по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов;	
ПК-1.1.2: Знает правила технической эксплуатации железных дорог в части, регламентирующей выполнение трудовых функций	Обучающийся <i>знает</i> : - способы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии; -назначение, устройство, принципы действия, технические характеристики и конструктивные особенности; -технологии выполнения работ по техническому

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
	обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу устройств тяговых подстанций

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
		8
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	56	56
– лекции (Л)	28	28
– практические занятия (ПЗ)	14	14
– лабораторные работы (ЛР)	14	14
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	48	48
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3,КР	3,КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3	108/3

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов	5 курс
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	16	16
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	4	4
– лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	88	88
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР	3,КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3	108/3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Таблица 5.1.1

Для очной формы обучения (8семестр/4курс)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2.1. Общие сведения. 2.2. Трехфазные сети с изолированными нейтралями. 2.3. Трехфазные сети с нейтралями, заземленными через дугогасящие катушки (компенсированные сети). 2.4. Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралями.	ПК-1.1.2
2.	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	3.1. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. 3.2. Виды коротких замыканий.	ПК-1.1.2
3.	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). 5.3. Определение результирующего сопротивления в относительных единицах. Курсовой проект Практическое занятие №1	ПК-1.1.2
4.	Ограничение токов короткого замыкания	11.1. Короткое замыкание в электрически удаленной точке. 11.2. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ). 11.3. Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ. 11.4. Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий. Практическое занятие №2	ПК-1.1.2
5.	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов	14.1. Конструкция высоковольтных выключателей, достоинства и недостатки. 14.2. Выбор выключателей. Лабораторная работа №1	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5
6.	Разъединители, короткозамыкатели, отделители и выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов	15.1 Разъединители. 15.2. Короткозамыкатели и отделители 15.3. Выключатели нагрузки 15.4. Приводы электрических аппаратов. Лабораторная работа №2	ПК-1.1.2
7.	Трансформаторы тока	16.1. Принцип работы и особенности трансформаторов тока. 16.2. Конструкция и схемы включения.	ПК-1.1.2

		Лабораторная работа №3	
8.	Трансформаторы напряжения	17.1. Принцип работы и особенности трансформаторов напряжения. 17.2. Конструкция и схемы включения. Лабораторная работа №4	ПК-1.1.2
9.	Системы шин распределительных устройств	19.1. Типы присоединений цепи главного тока. 19.2. Системы сборных шин распределительных устройств цепи главного тока и вспомогательных цепей.	ПК-1.1.2
10.	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока	20.1. Особенности схемы главной коммутации. Аппаратура РУ тягового тока. 20.2. Компенсирующее устройство. 20.3. Схема подключения и элементы блока КУ.	ПК-1.1.2
11.	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока	21.1. РУ постоянного тока и его присоединения. 21.2. Присоединение фидеров контактной сети. 21.3. Сглаживающие фильтр-устройства. Лабораторная работа №5	ПК-1.1.2
12.	Собственные нужды тяговой подстанции	22.1. Потребители собственных нужд подстанции. 22.2. Источники и схемы питания устройств собственных нужд. 22.3. Выбор аккумуляторной батареи. Практическое занятие №3	ПК-1.1.2
13.	Компоновочные решения тяговых подстанций	23.1. Компоновка оборудования тяговой подстанции постоянного тока в здании. 23.2. Компоновка оборудования тяговых подстанций постоянного тока в контейнерах. 23.3. Компоновка оборудования тяговой подстанции переменного тока в контейнерах.	ПК-1.1.2
14.	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	24.1. Назначение заземлений 24.2. Принципы расчета заземляющих устройств. 24.3. Порядок расчета заземляющего контура подстанции. 24.4. Особенности заземления РУ-3,3 кВ постоянного тока. Практическое занятие №4	ПК-1.1.2

Таблица 5.1.2

Для заочной формы обучения 5 курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
15.	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2.1. Общие сведения. 2.2. Трехфазные сети с изолированными нейтралями. 2.3. Трехфазные сети с нейтралями, заземленными через дугогасящие катушки (компенсированные сети). 2.4. Трехфазные сети с глухозаземленными нейтралями.	ПК-1.1.2
16.	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	3.1. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. 3.2. Виды коротких замыканий.	ПК-1.1.2
17.	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). 5.3. Определение результирующего сопротивления в относительных единицах. Практическое занятие №1	ПК-1.1.2
18.	Ограничение токов короткого замыкания	11.1. Короткое замыкание в электрически удаленной точке. 11.2. Короткое замыкание вблизи генератора без автоматической регулировки возбуждения (АРВ). 11.3. Короткое замыкание в сети с генератором, имеющим АРВ. 11.4. Соотношения между токами трехфазного и двухфазного коротких замыканий. Практическое занятие №2	ПК-1.1.2
19.	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов	14.1. Конструкция высоковольтных выключателей, достоинства и недостатки. 14.2. Выбор выключателей. Лабораторная работа №1	ПК-1.1.2
20.	Разъединители, короткозамыкатели, отделители и выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов	15.1 Разъединители. 15.2. Короткозамыкатели и отделители 15.3. Выключатели нагрузки 15.4. Приводы электрических аппаратов. Лабораторная работа №2	ПК-1.1.2
21.	Трансформаторы тока	16.1. Принцип работы и особенности трансформаторов тока.	ПК-1.1.2

		16.2. Конструкция и схемы включения. Лабораторная работа №3	
22.	Трансформаторы напряжения	17.1. Принцип работы и особенности трансформаторов напряжения. 17.2. Конструкция и схемы включения. Лабораторная работа №4	ПК-1.1.2
23.	Системы шин распределительных устройств	19.1. Типы присоединений цепи главного тока. 19.2. Системы сборных шин распределительных устройств цепи главного тока и вспомогательных цепей.	ПК-1.1.2
24.	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока	20.1. Особенности схемы главной коммутации. Аппаратура РУ тягового тока. 20.2. Компенсирующее устройство. 20.3. Схема подключения и элементы блока КУ.	ПК-1.1.2
25.	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока	21.1. РУ постоянного тока и его присоединения. 21.2. Присоединение фидеров контактной сети. 21.3. Сглаживающие фильтр-устройства.	ПК-1.1.2
26.	Собственные нужды тяговой подстанции	22.1. Потребители собственных нужд подстанции. 22.2. Источники и схемы питания устройств собственных нужд. 22.3. Выбор аккумуляторной батареи.	ПК-1.1.2
27.	Компоновочные решения тяговых подстанций	23.1. Компоновка оборудования тяговой подстанции постоянного тока в здании. 23.2. Компоновка оборудования тяговых подстанций постоянного тока в контейнерах. 23.3. Компоновка оборудования тяговой подстанции переменного тока в контейнерах.	ПК-1.1.2
28.	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	24.1. Назначение заземлений 24.2. Принципы расчета заземляющих устройств. 24.3. Порядок расчета заземляющего контура подстанции. 24.4. Особенности заземления РУ-3,3 кВ постоянного тока.	ПК-1.1.2

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 5.3.1

Для очной формы обучения (8 семестр/4курс)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	8 семестр			
		Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции	2	2	-	3
2.	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	2	-	-	4
3.	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	2	2	4	3
4.	Ограничение токов короткого замыкания	2	4	-	3
5.	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов.	2	-	4	3
6.	Разъединители, короткозамыкатели, отделители и выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов	2	-	2	3
7.	Трансформаторы тока	2	-	2	3
8.	Трансформаторы напряжения	2	-	2	3
9.	Системы шин распределительных устройств	2	2	-	4
10.	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока	2	-	-	4
11.	Особенности главной схемы коммутации тяговой подстанции постоянного тока	2	-	-	4
12.	Собственные нужды тяговой подстанции	2	-	-	4
13.	Компоновочные решения тяговых подстанций	2	-	-	4
14.	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции	2	4	-	3
Итого		28	14	14	48

Таблица 5.3.2

Для заочной формы обучения (5 курс)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	5курс			
		Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Режимы работы нейтралей в распределительных устройствах тяговой подстанции				6
2	Причины возникновения, виды коротких замыканий и их последствия	2			6
3	Методы расчета токов при симметричных коротких замыканиях	2	4		6
4	Ограничение токов короткого замыкания				6
5	Конструкция высоковольтных коммутационных аппаратов.	2			6
6	Разъединители, короткозамыкатели, отделители и выключатели нагрузки. Приводы электрических аппаратов				6
7	Трансформаторы тока				6
8	Трансформаторы напряжения				6
9	Системы шин распределительных устройств				7
10	Особенности схемы главной коммутации тяговой подстанции переменного тока			2	6
11	Особенности главной схемы коммутации тяговой			2	6

	подстанции постоянного тока				
12	Собственные нужды тяговой подстанции				7
13	Компоновочные решения тяговых подстанций				7
14	Заземление устройств и аппаратов тяговой подстанции				7
Итого		8	4	4	88

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 утверждённым заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведённом в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведённое 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,
профессор
«18» апреля 2023 г.

В.Г. Жемчугов