

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.11 «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт–Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электроснабжение железных дорог»
Протокол № 4 от 18 декабря 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 «Системы тягового электроснабжения» (Б1.В.11) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессиональных стандартов: 17.044 «Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения (сигнализации, централизации и блокировки) железнодорожного транспорта», утвержденный 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», утвержденный 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 студентами знаний, умений и навыков, позволяющих им сформировать:

- основные и важнейшие представления об электрическом взаимодействии всех элементов системы тягового электроснабжения на основе глубокого изучения физической сущности процессов и режимов работы;
- компетентность в области эксплуатации и проектирования систем тягового электроснабжения и линейных устройств систем обеспечения движения поездов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- особенности работы действующих и перспективных систем тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог;
- методология расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения постоянного и переменного тока;
- методы расчета систем тягового электроснабжения;
- методика выбора основных параметров систем тягового электроснабжения;
- взаимодействие системы тягового электроснабжения и электрического подвижного состава;
- средства и способы повышения качества электрической энергии и технико-экономических показателей системы электроснабжения, оптимизации расхода энергоресурсов;
- способы повышения технологической производительности электрифицированных магистральных железных дорог.

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 и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций, 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 (модулю)
<p>ПК–1. Организация выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p>	
<p>ПК-1.1.1. 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.</p> <p>ПК-1.1.2. Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p> <p>ПК-1.2.3. Умеет читать схемы оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p> <p>ПК-1.3.5. Имеет навыки по разработке мероприятий по совершенствованию технологии обслуживания и предупреждению неисправностей оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем энергообеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния технологической производительности на безопасность движения поездов; - знает методы проектирования устройств электрификации и электроснабжения, основанные на национальных стандартах Российской Федерации и ведомственных нормативных документах; - знает особенности работы электрооборудования, его технические характеристики и принципы функционирования в составе инфраструктуры энергообеспечения движения поездов на железнодорожном транспорте; - умеет составлять и использовать схемы, чертежи и планы оборудования, устройств и систем электроснабжения на железнодорожном транспорте; - владеет умением разрабатывать меры для улучшения технологических процессов и предотвращения отказов оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.
<p>ПК–3. Анализ результатов производственной деятельности участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p>	
<p>ПК–3.1.1. Знает нормы расхода и способы эффективного использования материалов, запасных частей и электроэнергии при эксплуатации оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p> <p>ПК-3.3.1. Имеет навыки анализа причин возникновения отказов оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знает методы определения эффективных параметров устройств систем тягового электроснабжения в нормальных и вынужденных режимах работы; - владеет способностью определить причины возникновения сбоев в работе оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта в различных режимах работы оборудования;

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ПК-3.3.4. Имеет навыки анализа результатов осмотров и проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта.</p>	<p>- владеет навыками анализа результатов осмотров и проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта;</p> <p>- имеет навыки выполнения тяговых и электрических расчетов систем электрической тяги, выбора эффективного способа усиления системы тягового электроснабжения, разработки технических и организационных мероприятий, направленных на снижение расхода электроэнергии на тягу поездов.</p>
<p>ПК-4. Оказание практической помощи дистанциям электроснабжения по предупреждению повреждений устройств электрификации и электроснабжения.</p>	
<p>ПК-4.2.2. Умеет структурировать информацию, полученную при изучении стандартов, технических регламентов и карт технологических процессов, регламентирующих порядок выполнения работ при техническом обслуживании, ремонте устройств электрификации и электроснабжения.</p> <p>ПК-4.2.3. Умеет анализировать результаты проведенных расчетов параметров систем электроснабжения и сопоставлять их с предыдущими расчетами.</p> <p>ПК-4.3.1. Имеет навыки исследования случаев повреждений устройств электрификации и электроснабжения с последующим составлением технических заключений.</p> <p>ПК-4.3.3. Имеет навыки проведения расчетов параметров систем электроснабжения с выдачей рекомендаций по усилению устройств электроснабжения и последующим анализом их выполнения.</p> <p>ПК-4.3.4. Имеет навыки оформления результатов проведенных технических расчетов по результатам диагностических измерений устройств электроснабжения с последующей передачей в дистанцию электроснабжения.</p>	<p>Обучающийся:</p> <p>- умеет применять методы проектирования устройств электрификации и электроснабжения, основанные на национальных стандартах и ведомственных нормативных документах;</p> <p>- умеет проводить анализ полученных результатов расчетов систем тягового электроснабжения, применять результаты анализа для предупреждения причин возникновения отказов оборудования систем электроснабжения железнодорожного транспорта;</p> <p>- имеет опыт деятельности (имеет навыки) по определению пропускной и провозной способностей электрифицированных участков в нормальном и вынужденном режимах, а также выбора эффективного способа повышения провозной и пропускной способностей;</p> <p>- владеет оформлением и визуализацией результатов инженерных расчетов и анализа параметров системы тягового электроснабжения для выполнения презентаций, оформления публикаций и проектной документации.</p>

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		
		5	6	7
Контактная работа (по видам учебных занятий)	138	64	42	32
В том числе:				
– лекции (Л)	76	32	28	16
– практические занятия (ПЗ)	46	16	14	16
– лабораторные работы (ЛР)	16	16	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	146	44	62	40
Контроль	76	36	4	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, З, КП, Э	Э	З, КП	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	360/10	144/4	108/3	108/3

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс	
		3	4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	36	16	20
В том числе:			
– лекции (Л)	20	8	12
– практические занятия (ПЗ)	12	4	8
– лабораторные работы (ЛР)	4	4	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	302	119	183
Контроль	22	9	13
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, З, КП, Э	Э	З, КП, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	360/10	144/4	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
Модуль 1 (5 семестр)			
1.	Системы тягового электроснабжения и схемы питания нагрузок электрифицированных участков	Лекция №1 (2 часа). Энергетические показатели систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-3.1.1 ПК-4.2.3
		Лекция №2 (2 часа). Схемы питания тяговой сети. Расчет мгновенных схем.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.3 ПК-4.3.3
		Лекция №3 (2 часа). Характерные особенности условий работы системы тягового электроснабжения постоянного тока 3 кВ.	ПК-1.1.1 ПК-4.3.3
		Лекция №4 (2 часа). Особенности условий работы системы тягового электроснабжения переменного однофазного тока 25 кВ.	ПК-1.1.1 ПК-4.3.3
		Лекция №5 (2 часа). Схемы присоединения тяговых подстанций с трехфазными трансформаторами к линиям электропередачи и тяговой сети.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2
		Лекция №6 (2 часа). Схемы присоединения тяговых подстанций с однофазными трансформаторами к линиям электропередачи и тяговой сети.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2
		Лекция №7 (2 часа). Трехпроводные системы тягового электроснабжения переменного тока.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2
		Лекция №8 (2 часа). Система тягового электроснабжения с симметрирующими трансформаторами на опорных подстанциях.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2
		Лекция №9 (2 часа). Перспективные системы тягового электроснабжения постоянного и переменного тока.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2
		Лекция №10 (2 часа). Питание устройств СЦБ и нетяговых потребителей.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.2
		Лабораторная работа №1 (2 часа). Исследование схем питания тяговой сети постоянного тока.	ПК-1.1.2 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Лабораторная работа №2 (2 часа). Исследование схем питания тяговой сети на дорогах переменного тока.	ПК-1.1.2 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лабораторная работа №3 (2 часа). Построение векторной диаграммы токов трехфазного тягового трансформатора.	ПК-1.1.2 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Лабораторная работа №4 (2 часа). Построение векторной диаграммы токов однофазных трансформаторов (открытый треугольник, схема Скотта).	ПК-1.1.2 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Лабораторная работа №5 (2 часа). Симметрирование нагрузки в линиях электропередач первичной энергосистемы при параллельной работе тяговых подстанций переменного тока.	ПК-1.1.2 ПК-1.2.3 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Лабораторная работа №6 (2 часа). Определение потери и падения напряжения в электротяговой сети.	ПК-1.1.2 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Лабораторная работа №7 (2 часа). Оценка показателей качества электрической энергии в ВЛ СЦБ и ПЭ.	ПК-1.1.1 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Лабораторная работа №8 (2 часа). Оценка влияния параметров схемы тяговой сети на токи тяговых подстанций и напряжение у токоприемников электроподвижного состава.	ПК-1.1.1 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Практическая работа №1 (2 часа). Статистическая обработка токов нагрузки поездов и тяговых подстанций.	ПК-4.2.3 ПК-4.3.4
		Практическая работа №2 (2 часа). Расчет мгновенных схем одностороннего питания при постоянном токе.	ПК-4.2.3. ПК-4.3.3. ПК-4.3.4
		Практическая работа №3 (2 часа). Расчет мгновенных схем двустороннего питания при постоянном токе.	ПК-4.2.3 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Практическая работа №4 (2 часа). Расчет мгновенных схем узлового питания.	ПК-4.2.3 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Практическая работа №5 (2 часа). Расчет мгновенных схем одностороннего питания при переменном токе.	ПК-4.2.3 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Практическая работа №6 (2 часа). Расчет мгновенных схем двустороннего питания при переменном токе.	ПК-4.2.3 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Практическая работа №7 (2 часа). Симметрирование тяговой нагрузки при трехфазных трансформаторах в системе 25 кВ.	ПК-1.2.3 ПК-4.2.2 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Практическая работа №8 (2 часа). Построение графика изменения напряжения на поезде при узловых схемах питания контактной сети.	ПК-4.2.3 ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
		Самостоятельная работа – 34 часа. Принципиальные схемы систем электроснабжения электрифицированных железных дорог и характерные особенности условий работы (16 часов). Схемы питания и секционирования контактной сети (4 часа). Стыкование участков с различными системами тока или с различным уровнем напряжения в тяговой сети (4 часа). Выполнение расчетной части практических работ (10 часов). Оформление отчетов по лабораторным работам (10 часов).	ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
2.	Методология расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения постоянного и переменного тока	Лекция №11 (2 часа). Сопротивление тяговой сети системы постоянного тока.	ПК-1.1.2.
		Лекция №12 (2 часа). Сопротивление тяговой сети системы переменного тока. Активная составляющая сопротивления проводов и рельсов.	ПК-1.1.2.
		Лекция №13 (2 часа). Полное сопротивление тяговой сети переменного тока.	ПК-1.1.2.
		Лекция №14 (2 часа). Составное и эквивалентное приведенное сопротивления тяговой сети	ПК-1.1.2.
		Лекция №15 (2 часа). Распределение потенциала и тока в рельсах на участках переменного тока	ПК-1.1.2.
		Лекция №16 (2 часа). Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги в нормальном и вынужденных режимах. Технологические показатели работы системы тягового электроснабжения.	ПК-1.1.2. ПК-3.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Самостоятельная работа – 10 часов. Распределение потенциала и тока в рельсах при системах постоянного и переменного токов (4 часа). Сопротивление тяговой сети при системе постоянного тока (2 часа). Сопротивление тяговой сети при системе переменного тока (4 часа).	ПК–3.3.1 ПК–4.2.3
Модуль 2 (6 семестр)			
3.	Методы расчета систем тягового электроснабжения	Лекция №17 (2 часа). Методы расчетов систем тягового электроснабжения.	ПК–1.1.1 ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Лекция №18 (2 часа). Метод равномерно распределенной нагрузки.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Лекция №19 (2 часа). Принцип методов расчета по заданному графику движения поездов.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Лекция №20 (2 часа). Принцип метода расчета с учетом неравномерности движения поездов.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Лекция №21 (2 часа). Законы распределения числа поездов на межподстанционной зоне питания.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Лекция №22 (2 часа). Расчетные показатели системы тягового электроснабжения.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Лекция №23 (2 часа). Тяговая нагрузка как случайная функция времени.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Практическая работа №9 (2 часа). Расчет удельного электропотребления и выбор вариантов размещения тяговых подстанций.	ПК–1.1.2
		Практическая работа №10 (2 часа). Построение графика движения поездов и его статистическая обработка.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
		Практическая работа №11 (2 часа). Электрические расчеты системы тягового электроснабжения.	ПК–1.1.2 ПК–4.3.3
4.	Методики выбора основных параметров устройств тягово–энергетического	Лекция №24 (2 часа). Принципы, исходные данные и порядок проектирования систем тягового электроснабжения.	ПК–1.3.5
		Лекция №25 (2 часа). Размещение тяговых подстанций и линейных устройств системы	ПК–1.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	комплекса железнодорожно-го транспорта.	тягового электроснабжения.	
		Лекция №26 (2 часа). Выбор параметров оборудования.	ПК–1.1.2
		Лекция №27 (2 часа). Расчет токов короткого замыкания в тяговой сети.	ПК–4.3.1
		Лекция №28 (2 часа). Оценка влияния параметров системы электроснабжения на пропускную способность.	ПК–4.3.2
		Лекция №29 (2 часа). Имитационное моделирование системы тягового электроснабжения.	ПК–4.2.2
		Лекция №30 (2 часа). Современные программные средства тяговых и электрических расчетов параметров систем тягового электроснабжения.	ПК–4.2.2
		Практическая работа №12 (2 часа). Выбор оборудования тяговых подстанций.	ПК–4.2.2
		Практическая работа №13 (2 часа). Расчет токов короткого замыкания и выбор уставок токовых защит.	ПК–4.3.3
		Практическая работа №14 (2 часа). Определение потерь энергии на тяговых подстанциях	ПК–4.3.3
		Практическая работа №15 (2 часа). Схема внешнего электроснабжения	ПК–4.2.2 ПК–4.3.3
		Самостоятельная работа –26 часов. Определение потерь энергии в системе тягового электроснабжения (10 часов). Однолинейные схемы распределительных устройств высокого напряжения опорных, транзитных и консольных тяговых подстанций (10 часов). Однолинейные схемы тяговых блоков подстанций (6 часов).	ПК–1.1.1 ПК–1.1.2 ПК–1.2.3 ПК–4.2.2 ПК–4.3.3
Модуль 3 (7 семестр)			
5	Взаимодействие системы тягового электроснабжения и электрического подвижного состава	Лекция №31 (2 часа). Рекуперация электрической энергии в системе электрической тяги постоянного и переменного тока.	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1
		Лекция №32 (2 часа). Влияние изменений напряжения на работу электрических локомотивов и пропускную способность участка железной дороги. Регулирование напряжения в контактной сети.	ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Лекция №33 (2 часа). Несимметрия токов и напряжений в системе электроснабжения.	ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Лекция №34 (2 часа). Влияние формы	ПК–3.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		напряжения на работу оборудования системы тягового электроснабжения.	ПК–3.3.4
		Практическая работа №16 (2 часа). Определение зависимости уровня напряжения в контактной сети от параметров системы тягового электроснабжения	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №17 (2 часа). Расчет токов в обмотках трехфазного трансформатора тяговой подстанции с разложением на симметричные составляющие.	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №18 (2 часа). Расчёт коэффициентов несимметрии токов подстанций и системы из трёх подстанций с использованием комплексных чисел.	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №19 (2 часа). Оценка несинусоидальности сетевого напряжения.	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Самостоятельная работа –20 часов. Качество электрической энергии и меры по его обеспечению (20 часов).	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
6	Повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения железных дорог	Лекция №35 (2 часа). Общая структура расхода электрической энергии в системе тягового электроснабжения.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Лекция №36 (2 часа). Потери электрической энергии в системе тягового электроснабжения.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Лекция №37 (2 часа). Качество электроэнергии, энергосбережение и энергоэффективность в системах электроснабжения железных дорог.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Лекция №38 (2 часа). Экономическая оценка мероприятий и эффективности управления качеством электроэнергии.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №20 (2 часа). Построение кривой потребления тока поездом и зависимости реактивного тока поезда от пути. Построение графика движения поездов, расчет вероятностей появления поездов на межподстанционной зоне.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №21 (2 часа). Расчет параметров устройства компенсации реактивной мощности: - расчеты среднего активного и среднего реактивного токов поездов для отстающей фазы подстанции.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №22 (2 часа). Расчет	ПК–3.1.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		параметров устройства компенсации реактивной мощности: - выбор мощности конденсаторной батареи и элементов компенсирующего устройства, компоновка оборудования.	ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа №23 (2 часа). Расчет параметров устройства компенсации реактивной мощности: - расчет оплаты за реактивную энергию и срока окупаемости компенсирующего устройства.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Самостоятельная работа – 20 часов. Энергетическая стратегия и электрификация российских железных дорог (20 часов).	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1 (3 курс)			
1.	Системы тягового электроснабжения и схемы питания нагрузок электрифицированных участков	<p>Лекция №1 (2 часа). Энергетические и технологические показатели систем тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог.</p> <p>Лекция №2 (2 часа). Особенности электрических расчетов систем тягового электроснабжения.</p> <p>Лабораторная работа №1 (2 часа). Построение векторной диаграммы токов трехфазного тягового трансформатора.</p> <p>Лабораторная работа №2 (2 часа). Симметрирование тяговой нагрузки при трехфазных трансформаторах в системе однофазного переменного тока 25 кВ.</p> <p>Практическая работа №1 (2 часа). Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках постоянного и переменного тока</p>	<p>ПК–1.1.1 ПК–3.1.1 ПК–4.2.3</p> <p>ПК–1.1.1 ПК–1.1.2 ПК–4.3.3</p> <p>ПК–1.1.2 ПК–4.3.3 ПК–4.3.4</p> <p>ПК–1.1.2 ПК–4.3.3 ПК–4.3.4</p> <p>ПК–4.2.3 ПК–4.3.3 ПК–4.3.4</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Самостоятельная работа – 50 часов. Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог (10 часов). Схемы присоединения тяговых подстанций на участках переменного тока к системе внешнего электроснабжения и к тяговой сети (12 часов). Разновидности системы электроснабжения переменного однофазного тока 25 кВ 50 Гц (18 часов). Расчет мгновенных схем постоянного и переменного тока (10 часов).</p>	<p>ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК-4.3.3 ПК-4.3.4</p>
2.	Методология расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения постоянного и переменного тока	<p>Лекция №3 (2 часа). Электрические параметры тяговой сети постоянного и переменного тока.</p>	<p>ПК-1.1.2. ПК-1.1.2.</p>
		<p>Самостоятельная работа – 25 часов. Сопротивление тяговой сети при системе постоянного тока (8 часов). Сопротивление тяговой сети при системе переменного тока (11 часов). Распределение потенциала и тока в рельсах при системах постоянного и переменного токов (6 часов).</p>	<p>ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК-4.3.3 ПК-4.3.4</p>
Модуль 2 (3 курс)			
3.	Методы расчета систем тягового электроснабжения	<p>Лекция № 4 (2 часа). Принципы, исходные данные и порядок проектирования систем тягового электроснабжения.</p>	<p>ПК-1.1.1 ПК-1.1.2 ПК-4.3.3</p>
		<p>Практическая работа №2 (2 часа). Расчет удельного электропотребления и выбор вариантов размещения тяговых подстанций. Построение графика движения поездов и его статистическая обработка.</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-4.3.3</p>
		<p>Самостоятельная работа – 44 часа. Методы расчета систем тягового электроснабжения железных дорог: -метод равномерно распределенной нагрузки (6 часов); - принцип методов расчета по заданному графику движения поездов (6 часов); - основные краткие понятия теории вероятности (6 часов); - принципы метода расчета с учетом неравномерности движения поездов (6 часов). Выполнение курсового проекта (20 часов).</p>	<p>ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК-4.3.3 ПК-4.3.4</p>
Модуль 2 (4 курс)			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
4.	Методики выбора основных параметров устройств тягово-энергетического комплекса железнодорожного транспорта.	Лекция № 5 (2 часа). Расчетные показатели системы тягового электроснабжения.	ПК-1.3.5 ПК-1.1.2 ПК-4.3.1 ПК-4.3.2 ПК-4.2.2
		Лекция № 6 (2 часа). Выбор оборудования тяговых подстанций.	ПК-4.3.2 ПК-4.2.2
		Практическая работа № 3. Расчет токов короткого замыкания в тяговой сети.	ПК-4.3.3
		Практическая работа № 4. Определение потерь энергии на тяговых подстанциях.	ПК-4.2.2 ПК-4.3.3
		Самостоятельная работа –90 часов. Выбор оборудования тяговых подстанций (4 часа). Расчет токов короткого замыкания в тяговой сети (4 часа). Оценка влияния параметров системы электроснабжения на пропускную способность (4 часа). Современные программные средства тяговых и электрических расчетов параметров систем тягового электроснабжения (4 часа). Имитационное моделирование системы тягового электроснабжения (4 часа). Определение потерь энергии в системе тягового электроснабжения (4 часа). Однолинейные схемы распределительных устройств высокого напряжения опорных, транзитных и консольных тяговых подстанций (4 часа). Однолинейные схемы тяговых блоков подстанций (4 часа). Выполнение курсового проекта (58 часов).	ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК-4.3.3 ПК-4.3.4
Модуль 3 (4 курс)			
5	Взаимодействие системы тягового электроснабжения и электрического подвижного состава	Лекция № 7 (2 часа). Рекуперация электрической энергии в системе электрической тяги постоянного и переменного тока.	ПК-1.3.5 ПК-3.3.1
		Лекция № 8 (2 часа). Влияние уровня напряжения на работу электроподвижного состава, пропускную и провозную способности электрифицированных железных дорог.	ПК-3.3.1 ПК-3.3.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Практическая работа № 5 (2 часа). Расчет показателей качества электрической энергии.	ПК–1.3.5 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Самостоятельная работа – 53 часа. Качество электрической энергии и меры по его обеспечению (16 часов). Влияние уровня напряжения на пропускную и провозную способности электрифицированного участка (8 часов). Несимметрия токов и напряжений в системе электроснабжения (4 часа). Влияние формы напряжения на работу оборудования системы тягового электроснабжения (8 часов). Выполнение практической работы: «Расчет показателей качества электрической энергии» (17 часов).	ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК–4.3.3 ПК–4.3.4
6	Повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения железных дорог	Лекция № 9 (2 часа). Общая структура расхода электрической энергии в системе тягового электроснабжения.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Лекция № 10 (2 часа). Качество электроэнергии, энергосбережение и энергоэффективность в системах электроснабжения железных дорог.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Практическая работа № 6 (2 часа). Расчет устройства компенсации реактивной мощности.	ПК–3.1.1 ПК–3.3.1 ПК–3.3.4
		Самостоятельная работа – 40 часов. Энергетическая стратегия и электрификация российских железных дорог (20 часов). Выполнение практической работы: «Расчет параметров устройства компенсации реактивной мощности» (20 часов).	ПК-1.1.1. ПК-1.1.2. ПК-1.2.3. ПК-1.3.5. ПК–4.3.3 ПК–4.3.4

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1.	Системы тягового электроснабжения и схемы питания нагрузок электрифицированных участков	20	16	16	34	86
2.	Методология расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения постоянного и переменного тока	12	-	-	10	22
3.	Методы расчета систем тягового электроснабжения	14	6	-	36	56
4.	Методики выбора основных параметров устройств тягово-энергетического комплекса железнодорожного транспорта.	14	8	-	26	48
5.	Взаимодействие системы тягового электроснабжения и электрического подвижного состава	8	8	-	20	36
6.	Повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения железных дорог	8	8	-	20	36
	Итого	76	46	16	146	284
Контроль						76
Всего (общая трудоемкость, час.)						360

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Системы тягового электроснабжения и схемы питания нагрузок электрифицированных участков	2	-	4	29	35
2	Методология расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения постоянного и переменного тока	2	4	-	30	36
3	Методы расчета систем тягового электроснабжения	4	-	-	60	64
4	Методики выбора основных параметров устройств тягово–энергетического комплекса железнодорожного транспорта.	4	2	-	83	89
5	Взаимодействие системы тягового электроснабжения и электрического подвижного состава	4	4	-	60	68
6	Повышение эффективности работы системы электроснабжения ж.д.	4	2	-	40	46
	Итого	20	12	4	302	338
Контроль						22
Всего (общая трудоемкость, час.)						360

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 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 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).

Для проведения лабораторных работ используются специализированные учебные лаборатории: «Электроснабжение железных дорог» - ауд. 5-501 и «Тяговое электроснабжение» - ауд. 8-157.

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

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;
- КОРТЕС – программный комплекс расчета параметров систем тягового электроснабжения (ВНИИЖТ);

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 и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

– Чернов Ю.А. Электроснабжение железных дорог: учебное пособие. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. - 408 с.

– Электроснабжение железных дорог. Часть 1: учебное пособие / В.М. Варенцов, А.И. Бурьяноватый, М.А. Иванов, А.В. Агунов, В.Г. Жемчугов, О.А. Степанская, Б.П. Сорин. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022.-141 с.

– Электроснабжение железных дорог. Часть 2: учебное пособие / В.М. Варенцов, А.И. Бурьяноватый, М.А. Иванов, А.В. Агунов, В.Г. Жемчугов, О.А. Степанская, Б.П. Сорин. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022.-150 с.

– Электроснабжение железных дорог: метод. Указания к практическим занятиям / В.М. Варенцов, В.Г.Жемчугов, О.А.Степанская.-СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. -50 с.

– Бурков А.Т. Электроснабжение железных дорог. Методические указания к выполнению лабораторных работ. С.Пб.: ПГУПС,2010.-58 с.

– Варенцов В.М., Селедцов Э.П. Электроснабжение электрических железных дорог. Методические указания к курсовому проекту. С.Пб.: ПГУПС, 2001. - 30 с.

– Бурков А. Т. и др. Методы расчета систем тягового электроснабжения железных дорог. Учебное пособие. - Л.:ЛИИЖТ, 1985. - 73 с.

– Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184–ФЗ «О техническом регулировании».

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

- ГОСТ Р 57670-2017. Системы тягового электроснабжения железной дороги. Методика выбора основных параметров.
- СП 224.1326000.2014. Тяговое электроснабжение железной дороги. Утвержден и введен в действие Приказом №330 Министерства транспорта Российской Федерации от 02.12.2014 г.
- Правила устройства электроустановок. 7-е издание.-М.:КноРус, 2013.-488 с.
- Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации:утв. приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. № 286.2012 г.. - М.: Омега-Л, 2013. - 173 с.
- 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;
 - официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rzd.ru> — Режим доступа: свободный;
 - электронный фонд правовой и нормативно–технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,
доцент
16.12.2024 г.

В.Г. Жемчугов