

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
«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА» (Б1.В.16)

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 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой

«Электроснабжение железных дорог» _____ А.В. Агунов
18.12.2024

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО _____ А.В. Агунов
18.12.2024

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита» (Б1.В.16) (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), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.027 «Энергодиспетчер железнодорожного транспорта», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. № 993н, на основе опыта подготовки специалистов в области систем обеспечения движения поездов.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний, умений и навыков, позволяющих им сформировать компетентность в области защиты устройств электроснабжения систем обеспечения движения поездов от аварийных и ненормальных режимов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- выработка навыков и освоение средств самостоятельного обновления знаний в области релейной защиты устройств электроснабжения железных дорог;
- получение практических навыков расчета уставок защит от аварийных и ненормальных режимов работы сети;
- выработка умений использования компьютерных программ для анализа селективности и чувствительности релейных защит тяговой сети;
- получение представлений о тенденциях построения современных и перспективных систем релейной защиты.

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
<i>ПК-1 Организация выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</i>	
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	Обучающийся <i>знает</i> : - правила устройства электроустановок; - нормативную базу в области релейной защиты электроустановок и электрических сетей; - ГОСТ и стандарты организаций на схемы электроустановок, методы расчёта аварийных режимов, методы расчёта параметров срабатывания защит;
ПК-1.2.3 Умеет читать схемы оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>умеет</i> : - читать и анализировать схемы релейной защиты; - анализировать алгоритмы работы интеллектуальных устройств релейной защиты и автоматики;
ПК-1.3.4 Имеет навыки диагностики работы обслуживаемого оборудования, устройств и систем устройств электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>владеет навыками</i> : - навыком поиска и анализа нормативной документации; - навыком проверки измерительных цепей релейной защиты; - навыком анализа статистики отказов устройств релейной защиты;
ПК-1.3.5 Имеет навыки по разработке мероприятий по совершенствованию технологии обслуживания и предупреждению неисправностей оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
<i>ПК-2: Контроль производственной и хозяйственной деятельности участков производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</i>	
ПК-2.1.2 Знает методы диагностики технического состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта, схемы и принципы действия приборов диагностики	Обучающийся <i>знает</i> : - основные соотношения токов и напряжений при различных видах повреждений в электрических сетях; - основные понятия и принципы построения релейной защиты и ограничения, накладываемые релейной защитой на работу технологической автоматики и режимы работы системы электроснабжения; - алгоритмы работы функций защиты электронных интеллектуальных устройств; - способы взаимодействия устройств и функций релейной защиты с устройствами автоматизации и управления
ПК-2.2.2 Умеет применять оптимальные варианты решений нестандартных ситуаций, возникающих при эксплуатации оборудования, устройств и	Обучающийся <i>умеет</i> : - производить моделирование аварийных режимов в электрических сетях; - анализировать осциллограммы терминалов защиты и определять по ним характер повреждения защищаемого элемента;

систем электроснабжения железнодорожного транспорта	- строить и анализировать диаграммы селективности;
<i>ПК-3: Анализ результатов производственной деятельности участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта</i>	
ПК-3.3.4 Имеет навыки анализа результатов осмотров и проверок состояния оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>владеет навыками</i> : - параметрирования устройств релейной защиты; - проверки устройств релейной защиты с помощью специализированных диагностических приборов;
<i>ПК-4: Оказание практической помощи дистанциям электроснабжения по предупреждению повреждений устройств электрификации и электроснабжения</i>	
ПК-4.1.2 Знает монтажные и принципиальные схемы устройств автоматики, телемеханики, релейных и электронных защит	Обучающийся <i>знает</i> : - основные понятия и принципы разработки разделов релейной защиты в электрической части проектов; - принципы выбора элементной базы для реализации функций релейной защиты; - схемотехнические и алгоритмические реализации функций релейной защиты для различной элементной базы; - способы обмена сигналами между отдельными функциями релейной защиты, между функциями релейной защиты, функциями управления, автоматизации, сигнализации и сервисными функциями. - средства поверки и настройки функций релейной защиты
ПК-4.3.2 Имеет навыки монтажа высокотехнологического электротехнического оборудования дистанций электроснабжения с последующей его наладкой	Обучающийся <i>владеет навыками</i> : - расчета уставок защит тягового электроснабжения в соответствии с требованиями нормативных документов; - методиками построения диаграмм селективности защит тяговых сетей и сетей 6-10 кВ; - настройки параметров терминалов релейной защиты; - монтажа вторичных цепей устройств автоматики и релейной защиты.

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	
		8	9
Контактная работа (по видам учебных занятий)	120	56	64
В том числе:			
– лекции (Л)	60	28	32
– практические занятия (ПЗ)	32	-	32

– лабораторные работы (ЛР)	28	28	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	128	52	76
Контроль	40	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, 3, КП	Э	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	144/4	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс	
		5	6
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32	16	16
В том числе:			
– лекции (Л)	16	8	8
– практические занятия (ПЗ)	8	-	8
– лабораторные работы (ЛР)	8	8	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	243	119	124
Контроль	13	9	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э,3,КП	Э	3,КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	144/4	144/4

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	Основные понятия релейной защиты и автоматики.	<p>Лекция 1. Технологическая и системная автоматика. Релейная защита как средство снижения ущерба от повреждений и ненормальных режимов. Граф состояния электрической сети и технические средства обеспечения живучести сети. Этапы развития релейной защиты.</p> <p>Вводное занятие по лабораторным работам (2/2). Вводное занятие. Схема электроснабжения стендов лаборатории. Правила безопасной работы. Охрана труда при выполнении лабораторных работ.</p> <p>Лекция 2. Релейная защита (РЗ) и противоаварийная автоматика (ПА). Локальные и распределенные защиты.</p>	<p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Функции и свойства релейной защиты. Надежность, быстродействие, селективность чувствительность. Взаимодействие устройств релейной защиты.</p> <p>Лабораторная работа 1(2/6) Устройства испытательные для проверки первичного и вторичного электрооборудования.</p> <p>Самостоятельная работа (8/128) <i>Изучение материала лекций 1, 2 по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнения к конспекту лекций:</i> схема устройства однократного автоматического включения; взаимодействие устройств релейной защиты и автоматики; диаграммы селективности в форме зависимостей времени срабатывания от координаты точки короткого замыкания. Классификация релейной защиты и автоматики <i>Оформление отчета по лабораторной работе 1</i></p>	<p>ПК-1.3.4</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
2.	Стандарты и нормативно-техническая документация	<p>Лекция 3 Нормативная база в области релейной защиты электроустановок и электрических сетей. Стандарты организаций. ГОСТ на условные графические обозначения.</p> <p>Лабораторная работа 2(2/6) Исследование трансформаторов тока и их схем соединения</p> <p>Лекция 4 Правила устройства электроустановок. Функциональные и принципиальные схемы защит. Схемы алгоритмов функций релейной защиты. Пример построения защиты радиальной линии 10 кВ. Функциональные и принципиальные схемы защит. Диаграммы селективности. Карты уставок защит.</p> <p>Лабораторная работа 3(2/6) Исследование дифференциальной защиты трансформатора</p> <p>Самостоятельная работа (8/128) <i>Изучение материала лекций 1, 2 по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнения к конспекту лекций:</i> графические символы для схем по ГОСТу Р МЭК 60617-DB-12M-2015; классификация режимов, состояний и схем энергосистемы и релейной защиты и автоматики; стандарт отрасли СТО РЖД 07.021.4-2015 стандарт отрасли СТО РЖД 07.021.5-2018 типовые решения. Схемы принципиально электрические распределительных устройств ПС 35-</p>	<p>ПК-1.1.1 ПК-1.2.3 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-1.3.4 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-1.1.1 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-1.1.1 ПК-1.2.3 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		750 кВ схемы распределения устройств РЗ по трансформаторам тока и напряжения общие требования к РЗ в сети 110-220 кВ. нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации <i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i>	
3	Элементная база релейной защиты.	Лекция 5 Релейные и пороговые элементы схем. Реле, реагирующие на одну и две электрических величин. Характеристики и параметры измерительных реле. Реле тока, напряжения, времени, мощности, сопротивления. Представление характеристик реле на комплексной плоскости. Лабораторная работа 9(2/12) Исследование релейно-контактных и микропроцессорных защит Лекция 6 Тенденции развития элементной базы релейной защиты. Классификация элементной базы релейной защиты. Комплекты и шкафы защит. Программная реализация функций релейной защиты. Микропроцессорные реле, контроллеры защиты. Лабораторная работа 7(2/12) Программирование терминалов защиты Siprotec Лекция 7 Интеллектуальные электронные устройства. Терминалы защит. Понятие о цифровых защитах. Алгоритмы работы микропроцессорных защит. Лабораторная работа 6(2/6) Исследование функция защиты терминала ИнТер-АБ Самостоятельная работа (10/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> представление характеристик реле сопротивления на комплексной плоскости; обозначение функций защит по стандарту ANSIC37.2; сравнение свойств релейно-контакторных и микропроцессорных защит; <i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i>	ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-1.2.3 ПК-4.3.2 ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-4.3.2 ПК-2.1.2 ПК-4.1.1 ПК-4.3.2 ПК-4.1.2
4.	Высокоавтома-	Лекция 8	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	<p>тизированная подстанция</p>	<p>Высокоавтоматизированные («цифровые») подстанции и цифровая электрическая сеть. Структурная схема программно-технического комплекса (ПТК) высокоавтоматизированной подстанции. Требования к структуре ПТК.</p> <p>Требования к проектированию узловых высокоавтоматизированных подстанций 35 кВ. Особенности проектирования высокоавтоматизированных подстанций 110-220 кВ.</p> <p>Лабораторная работа 10(2/12) Конфигурирование универсальных терминалов защит</p> <p>Самостоятельная работа (4/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> цифровая электрическая сеть по стандарту СТО 34.01-21-005-2019 цифровой питающий центр по стандарту СТО 34.01-21-004-2019 структурная схема программно-технического комплекса высокоавтоматизированной подстанции. Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса Обзор микропроцессорных устройств релейной защиты <i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i></p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-3.3.4</p> <p>ПК-1.1.1 ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p>
5	<p>Защита тяговой подстанции и тяговой сети постоянного тока.</p>	<p>Лекция 9 Особенность тяговой нагрузки. Защита распредустройства постоянного тока 3,3 кВ. Защита преобразовательных агрегатов.</p> <p>Лабораторная работа 4(2/6) Исследование функций защиты терминалов ЦЗАФ-3,3</p> <p>Лекция 10 Перегрузки и аварийные режимы в тяговой сети, термическая стойкость контактной подвески и проблемы борьбы с гололедообразованием. Времятоковые характеристики защиты. Принцип защиты с помощью индуктивного шунта. Характеристики срабатывания быстродействующего выключателя.</p> <p>Лабораторная работа 9(2/12) Исследование релейно-контактных и микропроцессорных защит</p> <p>Лекция 11 Расчетные схемы тяговой сети. Нормальные и вынужденные схемы сети. Параметры цепи короткого замыкания. Мертвые зоны и зоны каскадного действия защиты. Двухзонные защиты. Защиты с двумя</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-3.3.4 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>наборами уставок. Дистанционные, потенциальные и многопараметрические защиты.</p> <p>Лабораторная работа 8(2/12) Исследование защит воздушных линий электропередач</p> <p>Самостоятельная работа (10/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> особенности защит тяговых сетей метрополитена; характеристики срабатывания микропроцессорных защит тяговой сети постоянного тока; релейная защита тяговой сети постоянного тока однопутного участка. схема алгоритма функций защиты электронного интеллектуального</p> <p><i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i></p>	<p>ПК-3.3.4 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
6	<p>Защита тяговой подстанции и тяговой сети переменного тока.</p>	<p>Лекция 12 Особенности защиты тяговых трансформаторов. Защита устройств поперечной компенсации. Защита от подпитки коротких замыканий на питающих линиях через тяговую сеть. Упрощенная схема нагрузки. Гармонический состав токов в нормальных и аварийных режимах. Расчетные схемы и параметры ее элементов. Дистанционная защита тяговой сети. Защиты с взаимными связями. Диаграмма селективности. Особенности защит линейных устройств тягового электроснабжения.</p> <p>Лабораторная работа 5(2/12) Исследование функций защиты терминалов ЦЗА-27,5</p> <p>Лекция 13 Характеристики защит на комплексной плоскости. Развитие способов защиты тяговой сети. Набор защит на основе микропроцессорных блоков.</p> <p>Лабораторная работа 5(2/12) Исследование функций защиты терминалов ЦЗА-27,5</p> <p>Лекция 14 Анализ временных диаграмм интеллектуальных электронных устройств. Особенности защиты сети 2*25 кВ. Защита линий ДПР.</p> <p>Защита презентаций по лабораторным работам (2/2) Самостоятельная работа (12/128)</p>	<p>ПК-2.2.1 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-3.3.4 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-3.3.4 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.2.2</p> <p>ПК-2.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p><i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> защита от подпитки коротких замыканий на высокой стороне трансформаторов; набор функций защит на основе микропроцессоров; защита линий ДПР и ВЛ СЦБ. <i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i> <i>Подготовка презентации по лабораторным работам.</i></p>	ПК-2.2.2 ПК-4.1.2
7	Первичные датчики и измерительные преобразователи релейной защиты	<p>Лекция 15. Измерительные преобразователи. Трансформаторы тока и напряжения, схемы их соединения. Особенности работы трансформаторов тока в релейной защите. Практическое занятие 2(2/4) Подключение измерительных цепей защит к первичным датчикам Лекция 16. Влияние переходных процессов на работу трансформатора тока. Трансреакторы и магнитные трансформаторы тока. Фильтры симметричных составляющих. Односистемные защиты. Практическое занятие 2(2/4) Подключение измерительных цепей защит к первичным датчикам Самостоятельная работа (12/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> последовательное и параллельное соединение трансформаторов тока; влияние остаточного насыщения сердечников трансформатора; допустимые мощности нагрузок трансформатора напряжения. <i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовых задач 7, 8</i> <i>Подготовка исходных данных к курсовому проекту</i></p>	ПК-2.1.2 ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.2 ПК-4.1.2
8	Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной	<p>Лекция 17. Влияние режимов нейтрали и схем соединения обмоток трансформаторов на токи повреждения. Векторные диаграммы аварийных режимов. Проблемы защит от замыканий на землю. Практическое занятие 1(2/4) Расчет токов короткого замыкания для релей-</p>	ПК-2.1.2 ПК-1.3.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	защиты.	<p>ной защиты</p> <p>Лекция 18 Феррорезонанс в слабонагруженных сетях. Влияние тяговых сетей на сети 6-10 кВ. Качания в электрических сетях. Перегрузки в сетях и ее элементах. Принцип действия защит с комбинированным пуском.</p> <p>Практическое занятие 1(2/4) Расчет токов короткого замыкания для релейной защиты</p> <p>Лекция 19. Использование принципов торможения. Торможение полным током, по апериодической составляющей, по высшим гармоникам.</p> <p>Практическое занятие 8(2/4) Расчет релейных защит ВЛ-110-220 кВ</p> <p>Самостоятельная работа (12/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> обзор режимов нейтрали в зарубежных странах; антирезонансные трансформаторы напряжения; перегрузочная способность кабельных линий; гармонический состав тока тяговой нагрузки. <i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовых задач 5, 6</i> <i>Составление расчетных схем для определения токов короткого замыкания в курсовом проекте.</i></p>	<p>ПК-2.2.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-1.3.4 ПК-2.2.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
9	Защита электрических сетей	<p>Лекция 20. Защита линий 10-35 кВ. Максимальная токовая защита и токовая отсечка. Ступенчатые токовые защиты. Обеспечение селективности защит в радиальной линии.</p> <p>Практическое занятие 8(2/4) Расчет релейных защит ВЛ-110-220 кВ</p> <p>Лекция 21. Защита линий с двухсторонним питанием. Направленная и дистанционная защиты. Обеспечение резервирования и селективности. Основная, резервная и дополнительная защиты. Мертвая зона защит.</p> <p>Практическое занятие 3(2/2) Обеспечение селективности релейной защиты</p> <p>Лекция 22. Защита линий 110-220 кВ. Дистанционные защиты с полигональными и круговыми характеристиками срабатывания.</p> <p>Практическое занятие 4(2/4) Особенности защиты тяговых сетей</p> <p>Лекция 23.</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Расчет токов нулевой последовательности. Токовые защиты нулевой последовательности.</p> <p>Практическое занятие 4(2/4)</p> <p>Особенности защиты тяговых сетей</p> <p>Лекция 24</p> <p>Каналы связи для релейной защиты. Высокочастотные защиты и блокировки. Дифференциальные защиты линии</p> <p>Практическое занятие 5(2/4)</p> <p>Основы проектирования устройств релейной защиты</p> <p>Самостоятельная работа (20/128)</p> <p><i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i></p> <p><i>Дополнение конспекта лекций:</i></p> <p>защита блока линия – трансформатор;</p> <p>поперечная дифференциальная защита параллельных линий;</p> <p>диаграмма селективности защит линии внешнего электроснабжения тяговых подстанций</p> <p><i>Подготовка к практическому занятию</i></p> <p><i>Решение типовых задач 9, 10, 11</i></p> <p><i>Расчет сопротивлений, остаточных напряжений и токов короткого замыкания для выбора уставок срабатывания релейных защит в курсовом проекте.</i></p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-2.2.2 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
10	Защита трансформаторов	<p>Лекция 25.</p> <p>Перегрузочная способность трансформаторов и особенности его защиты. Защиты от внутренних и внешних повреждений. Газовая и дифференциальная защита. Состав защит трансформаторов различной мощности и назначения.</p> <p>Практическое занятие 5(2/4)</p> <p>Основы проектирования устройств релейной защиты</p> <p>Лекция 26.</p> <p>Влияние регулирования напряжения и наличие пусковых органов на зоны действия защит. Согласование защит элементов сети на примере системы питания устройств автоблокировки.</p> <p>Практическое занятие 9(2/2)</p> <p>Расчет защит трансформаторов</p> <p>Самостоятельная работа (12/128)</p> <p><i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i></p> <p><i>Дополнение конспекта лекций:</i></p> <p>перегрузочная способность сухих трансформаторов;</p> <p>дифференциальная защита с торможением для</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-2.2.2 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>трансформатора с двухсторонним питанием; защита ошиновки с помощью терминалов БМРЗ. <i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовой задачи 2</i> <i>Расчет уставок срабатывания защит и построение функциональных и принципиальных схем релейной защиты в курсовом проекте.</i></p>	
11.	<p>Защита от сверхтоков сетей до 1000 В</p>	<p>Лекция 27. Электроустановки жилых и общественных зданий. Свод правил по проектированию и монтажу. Сети, защищаемые от коротких замыканий. Практическое занятие 7(2/2) Защита от сверхтоков в сетях ниже 1000 В Лекция 28. Сети, защищаемые от коротких замыканий и перегрузки. Классификация сетей по режиму нейтрали. Характеристики защитных аппаратов. Расчет нагрузок и токов короткого замыкания. Проблема селективности. Практическое занятие 6(2/4) Моделирование переходных процессов при однофазном замыкании на землю Самостоятельная работа (12/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> обеспечение селективности защитных аппаратов электрической сети; методика проверки сопротивления фаза-ноль в электроустановках жилых и общественных зданий; устройства и схемы защитного отключения <i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовых задач 1, 3</i> <i>Построение диаграмм селективности и карт уставок срабатывания защит в курсовом проекте.</i></p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-4.3.2 ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-1.1.1 ПК-2.2.2 ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
12	<p>Техническое обслуживание и надежность защит.</p>	<p>Лекция 29. Виды и периодичность технического обслуживания. Средства технического обслуживания. Правила техники безопасности при обслуживании защит. Числовые оценки надежности функционирования защит. Правила технического учета и анализа функционирования релейной защиты и автоматики. Практическое занятие 6(2/4) Моделирование переходных процессов при однофазном замыкании на землю Лекция 30. Расчет уставок защит на персональных компь-</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-1.1.1 ПК-2.2.2 ПК-4.3.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>ютерах. Нормативные документы по защите устройств тягового электроснабжения.</p> <p>Практическое занятие итоговое Защита презентаций по практическим занятиям</p> <p>Самостоятельная работа (8/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> допуск в эксплуатацию реконструированных энергоустановок; Статистика по устройствам релейной защиты и их отказам. <i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Подготовка презентации по практическим занятиям</i> <i>Подготовка к защите курсового проекта</i></p>	<p>ПК-2.3.1</p> <p>ПК-1.3.5 ПК-3.3.4</p>

Примечания:

1) После номера лабораторной работы в скобках через дробь указаны количество академических часов на выполняемую часть работы в данном разделе и общая продолжительность работы

2) Распределение лабораторных работ между бригадами и график их выполнения приведен в методических указаниях для преподавателей дисциплины.

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	<p>Основные понятия релейной защиты и автоматики.</p>	<p>Лекция 1. Релейная защита (РЗ) и противоаварийная автоматика (ПА). Локальные и распределенные защиты. Функции и свойства релейной защиты. Надежность, быстродействие, селективность чувствительность. Взаимодействие устройств релейной защиты.</p> <p>Вводное занятие по лабораторным работам (2/2). Вводное занятие. Схема электроснабжения стендов лаборатории. Правила безопасной работы. Охрана труда при выполнении лабораторных работ.</p> <p>Самостоятельная работа (30/243) <i>Изучение материала раздела дисциплины по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнения к конспекту лекций:</i> схема устройства однократного автоматического включения; взаимодействие устройств релейной защиты и автоматики; диаграммы селективности в форме зависимостей времени срабатывания от координаты точки короткого замыкания; устройства испытательные для проверки первичного и вторичного электрооборудования; классификация релейной защиты и автоматики графические символы для схем по ГОСТу Р МЭК 60617-DB-12М-2015; классификация режимов, состояний и схем энергосистемы и релейной защиты и автоматики; стандарт отрасли СТО РЖД 07.021.4-2015 стандарт отрасли СТО РЖД 07.021.5-2018</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-3.3.4</p> <p>ПК-1.1.1 ПК-1.2.3 ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
2	<p>Элементная база релейной защиты.</p>	<p>Лекция 5 Релейные и пороговые элементы схем. Реле, реагирующие на одну и две электрических величин. Характеристики и параметры измерительных реле. Реле тока, напряжения, времени, мощности, сопротивления. Представление характеристик реле на комплексной плоскости.</p> <p>Лабораторная работа 2(2/4) Исследование трансформаторов тока и их схем соединения</p> <p>Самостоятельная работа (30/243) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> представление характеристик реле сопротивления на комплексной плоскости; обозначение функций защит по стандарту ANSI</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-4.3.2</p> <p>ПК-1.1.1 ПК-1.2.3 ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		С37.2; сравнение свойств релейно-контакторных и микропроцессорных защит; типовые решения. Схемы принципиально электрические распределительных устройств ПС 35-750 кВ схемы распределения устройств РЗ по трансформаторам тока и напряжения нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации <i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i>	
3	Защита тяговой подстанции и тяговой сети постоянного тока.	Лекция 9, 10 Особенности тяговой нагрузки. Защита расщепленного постоянного тока 3,3 кВ. Защита преобразовательных агрегатов. Перегрузки и аварийные режимы в тяговой сети, термическая стойкость контактной подвески и проблемы борьбы с гололедообразованием. Времятоковые характеристики защиты. Принцип защиты с помощью индуктивного шунта. Характеристики срабатывания быстродействующего выключателя. Лабораторная работа 8(2/4) Исследование защит воздушных линий электропередач Самостоятельная работа (30/243) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> расчетные схемы тяговой сети. Нормальные и вынужденные схемы сети; параметры цепи короткого замыкания; мертвые зоны и зоны каскадного действия защиты. Двухзонные защиты. Защиты с двумя наборами уставок; дистанционные, потенциальные и многопараметрические защиты; схема алгоритма функций защиты электронного интеллектуального устройства. <i>Подготовка к выполнению лабораторных работ</i> <i>Оформление отчетов по лабораторным работам</i>	ПК-2.1.2 ПК-4.1.2 ПК-3.3.4 ПК-4.3.2 ПК-1.2.3 ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2
4	Защита тяговой подстанции и тяговой сети переменного тока.	Лекция 13 Характеристики защит на комплексной плоскости. Развитие способов защиты тяговой сети. Дистанционная защита тяговой сети. Защиты с взаимными связями. Диаграмма селективности. Особенности защит линейных устройств тягового электрооборудования.	ПК-2.1.2 ПК-4.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Функции защит на основе микропроцессорных блоков.</p> <p>Защита презентаций по лабораторным работам (2/2)</p> <p>Самостоятельная работа (29/243) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> защита от подпитки коротких замыканий на высокой стороне трансформаторов; набор функций защит на основе микропроцессоров; анализ временных диаграмм интеллектуальных электронных устройств; особенности защиты сети 2*25 кВ; защита линий ДПР и ВЛ СЦБ. трансформаторы тока и напряжения, схемы их соединения; особенности работы трансформаторов тока в релейной защите. Влияние переходных процессов на работу трансформатора тока; последовательное и параллельное соединение трансформаторов тока; допустимые мощности нагрузок трансформатора напряжения; фильтры симметричных составляющих. Одно-системные защиты.</p> <p><i>Подготовка презентации по лабораторным работам.</i></p>	<p>ПК-1.2.3 ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
5	<p>Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной защиты.</p>	<p>Лекция 17,18. Влияние режимов нейтрали и схем соединения обмоток трансформаторов на токи повреждения. Векторные диаграммы аварийных режимов. Проблемы защит от замыканий на землю. Принцип действия защит с комбинированным пуском.</p> <p>Практическое занятие 1(2/2) Расчет токов короткого замыкания для релейной защиты</p> <p>Самостоятельная работа (30/128) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> обзор режимов нейтрали в зарубежных странах; антирезонансные трансформаторы напряжения; перегрузочная способность кабельных линий; гармонический состав тока тяговой нагрузки; феррорезонанс в слабонагруженных сетях. качания в электрических сетях; перегрузки в сетях и ее элементах; использование принципов торможения. Торможение</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-1.3.4 ПК-2.2.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>ние полным током, по апериодической составляющей, по высшим гармоникам.</p> <p><i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовых задач 5, 6</i></p> <p><i>Подготовка исходных данных к курсовому проекту.</i> <i>Составление расчетных схем для определения токов короткого замыкания в курсовом проекте.</i></p>	
6	<p align="center">Защита электрических сетей</p>	<p>Лекция 20,21.</p> <p>Защита линий 10-35 кВ. Максимальная токовая защита и токовая отсечка. Ступенчатые токовые защиты. Обеспечение селективности защит в радиальной линии. Защита линий с двухсторонним питанием. Направленная и дистанционная защиты. Обеспечение резервирования и селективности. Основная, резервная и дополнительная защиты. Мертвая зона защит.</p> <p>Практическое занятие 8(2/2)</p> <p>Расчет релейных защит ВЛ-110-220 кВ.</p> <p>Самостоятельная работа (30/243)</p> <p><i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> защита блока линия – трансформатор; поперечная дифференциальная защита параллельных линий; диаграмма селективности защит линии внешнего электроснабжения тяговых подстанций; защита линий 110-220 кВ. Дистанционные защиты с полигональными и круговыми характеристиками срабатывания; каналы связи для релейной защиты. Высокочастотные защиты и блокировки. Дифференциальные защиты линии; токовые защиты нулевой последовательности. <p><i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовых задач 9, 10, 11</i></p> <p><i>Расчет сопротивлений, остаточных напряжений и токов короткого замыкания для выбора уставок срабатывания релейных защит в курсовом проекте.</i></p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
7	<p align="center">Защита трансформаторов</p>	<p>Лекция 2, 26.</p> <p>Перегрузочная способность трансформаторов и особенности его защиты. Защиты от внутренних и внешних повреждений. Газовая и дифференциальная защита. Состав защит трансформаторов различной мощности и назначения.</p> <p>Влияние регулирования напряжения и наличие пусковых органов на зоны действия защит. Согласование защит элементов сети на примере системы питания устройств автоблокировки.</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Практическое занятие 9(2/2) Расчет защит трансформаторов</p> <p>Самостоятельная работа (30/243) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> перегрузочная способность сухих трансформаторов; дифференциальная защита с торможением для трансформатора с двухсторонним питанием; защита ошиновки с помощью терминалов БМРЗ. <i>Подготовка к практическому занятию</i> <i>Решение типовой задачи 2</i> <i>Расчет уставок срабатывания защит и построение функциональных и принципиальных схем релейной защиты в курсовом проекте.</i> <i>Построение диаграмм селективности и карт уставок срабатывания защит в курсовом проекте</i></p>	<p>ПК-4.3.2</p> <p>ПК-2.1.2 ПК-2.2.2 ПК-4.1.2</p>
8	Техническое обслуживание и надежность защит.	<p>Лекция 29. Виды и периодичность технического обслуживания. Средства технического обслуживания. Правила техники безопасности при обслуживании защит. Числовые оценки надежности функционирования защит. Правила технического учета и анализа функционирования релейной защиты и автоматики. Расчет уставок защит на персональных компьютерах. Нормативные документы по защите устройств тягового электроснабжения.</p> <p>Практическое занятие итоговое Защита презентаций по практическим занятиям</p> <p>Самостоятельная работа (34/243) <i>Изучение материала лекций по электронному курсу лекций преподавателя</i> <i>Дополнение конспекта лекций:</i> допуск в эксплуатацию реконструированных энергоустановок; статистика по устройствам релейной защиты и их отказам. <i>Подготовка презентации по практическим занятиям</i> <i>Подготовка к защите курсового проекта</i></p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-4.1.2</p> <p>ПК-1.3.5 ПК-3.3.4</p>

Примечания:

1) После номера лабораторной работы в скобках через дробь указаны количество академических часов на выполняемую часть работы в данном разделе и общая продолжительность работы

2) Распределение лабораторных работ между бригадами и график их выполнения приведен в методических указаниях для преподавателей дисциплины.

3) Нумерация лекций в разделах принята по курсу лекций для безотрывной формы обучения.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий
Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные понятия релейной защиты и автоматики.	4	-	4	8	16
2	Стандарты и нормативно-техническая документация	4	-	4	8	16
3	Элементная база релейной защиты.	6	-	6	10	22
4	Цифровая подстанция	2	-	2	4	8
5	Защита тяговой подстанции и тяговой сети постоянного тока.	6	-	6	10	22
6	Защита тяговой подстанции и тяговой сети переменного тока.	6	-	6	12	24
	Всего за 8 семестр	28	0	28	52	
7	Первичные датчики и измерительные преобразователи релейной защиты	4	4	-	12	18
8	Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной защиты.	6	6	-	12	24
9	Защита электрических сетей	10	10	-	20	40
10	Защита трансформаторов	4	4	-	12	18
11	Защита от сверхтоков сетей до 1000 В	4	4	-	12	18
12	Техническое обслуживание и надежность защит.	4	4	-	8	16
	Всего за 9 семестр	32	32	0	76	
	Итого	60	32	28	128	248
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)						288/8

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные понятия релейной защиты и автоматики.	2	-	2	30	34
2	Элементная база релейной защиты.	2	-	2	30	34
3	Защита тяговой подстанции и тяговой сети постоянного тока.	2	-	2	30	34
4	Защита тяговой подстанции и тяговой сети переменного тока.	2	-	2	29	33
	Всего за 5-й курс	8	0	8	119	
5	Влияние режимов работы сетей и ее элементов на способы реализации релейной защиты.	2	2	-	30	34
6	Защита электрических сетей	2	2	-	30	34
7	Защита трансформаторов	2	2	-	30	34
8	Техническое обслуживание и надежность защит.	2	2	-	34	38
	Всего за 6-й курс	8	8	0	124	
	Итого	16	8	8	243	275
Контроль						13
Всего (общая трудоемкость, час.)						288/8

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 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 «Цифровые релейные защиты» оборудованная следующими приборами, установками:

- устройство испытательное для проверки первичного и вторичного электрооборудования РЕТОМ-21;

- устройство испытательное РЕТОМ-51;

- комплект лабораторного оборудования «Электроэнергетика – Релейная защита»;

- комплект лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения».

- комплекты стендов для изучения микропроцессорных терминалов защиты.

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;

- Simulink;

- MATLAB

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:

8.5.1. Учебная литература

1. **Фигурнов, Е. П.** Релейная защита: учеб.: в 2 ч.. Ч. 1: Основы релейной защиты/ Фигурнов Е. П.. - 3-е изд., перераб. и доп.. - М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2009. - 414 с (65 экз.)

2. **Фигурнов, Е. П.** Релейная защита: учеб.: в 2 ч.. Ч. 2: Релейная защита устройств тягового электроснабжения железных дорог/ Е. П. Фигурнов. - 3-е изд., перераб. и доп.. - М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2009. - 604 с. (65 экз.)

3. **Кондаков, А.Д.** Цифровые терминалы ИнТер. Особенности применения: учебн. пособие/А.Д. Кондаков, А.В. Мизинцев.– СПб.:ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. –284 с. (22 экз.)

4. **Терминалы релейной защиты:** учебное пособие/А.И. Бурьяноватый, М.А. Иванов, С.В. Кузьмин, О.А. Степанская и др. – СПб.:ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. –48 с. (47 экз.)

5. **Варенцов, В.М.** Аппаратно-программные средства диагностики электрооборудования / В.М. Варенцов, В.Г., Жемчугов, М.А. Иванов, А.Н. Марикин.– СПб.:ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017.–48 с. (57 экз.)

6. **Защита электротяговых сетей** переменного тока на основе интеллектуальных терминалов: Учебное пособие/ А. И. Бурьяноватый, А. Д. Кондаков, А. В. Мизинцев и др; ПГУПС - ЛИИЖТ. - СПб.: ПГУПС, 2003. - 110 с. (30 экз.)

7. Ефимов, В. В. Требования к оформлению курсовых и дипломных проектов [Текст]: учебно-методическое пособие / В. В. Ефимов. - СПб. : ПГУПС, 2010. - 45 с. (297 экз.)

8. **Юндин, М.А.** Токовая защита электроустановок: учебное пособие / М.А. Юндин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1158-0. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1802> (дата обращения: 25.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. **Перавин, В.А.** Автоматизация управление: Релейная защита и автоматика: учебное пособие / В.А. Перавин, М.И. Вольников, И.А. Прошин. — Пенза : ПензГТУ, [б. г.]. — 2012. — 79 с. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62493> (дата обращения: 25.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. **Основы компьютерного проектирования** и моделирования устройств электроснабжения. Практикум: Учебное пособие /

А.И. Бурьяноватый, М.А. Иванов, Э.А. Иванова, А.Е. Шаговик.– СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2020,– 56 с.

11. **Капралова М.А.** Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения : учеб. пособие. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 110 с. - Режим доступа: <http://umczdt.ru/books/41/230296/> - Загл. с экрана.

12. **Почаевец, В.С.** Защита и автоматика устройств электроснабжения : Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / В.С. Почаевец . – Москва : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 191 с. Режим доступа: <https://umczdt.ru/books/41/226098/>- Загл. с экрана (дата обращения: 25.02.2023).

8.5.2. Нормативно-правовая документация:

1. **Правила устройства электроустановок.** 7-е издание.-М.:[КноРус](http://kno-rus.ru/) 2013.-488 с.

2. **СТО РЖД 07.021.5-2018.** Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Часть 5. Методика выбора уставок в системе тягового электроснабжения постоянного тока. Утвержден и введен в действие Распоряжением ОАО «РЖД» от 08.05.2018 № 918/р 107с.

3. **СТО РЖД 07.021.4-2015.** Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Часть 4. Методика выбора уставок в системе тягового электроснабжения переменного тока. Утвержден и введен в действие Распоряжением ОАО «РЖД» от 07.04.2016 № 615/р 127с.

4. **Свод правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»** (одобрен постановлением Госстроя РФ от 26 октября 2003 г. № 194). URL: <https://www.garant.ru/> Режим доступа: научно-техническая библиотека ПГУПС, ауд.6-314, , информационно-правовой портал «Гарант»

5. **Свод правил СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»** (утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 29 августа 2016 г. № 602/пр.). URL: <https://www.garant.ru/> Режим доступа: научно-техническая библиотека ПГУПС, ауд.6-314, информационно-правовой портал «Гарант»

6. **Правила технологического функционирования электроэнергетических систем и изменения, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации.** Утв. постановлением Правительства РФ от 13.08.2018 № 937. Загл. с экрана (дата обращения: 29.08.2024). URL: <https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/laws/regulations/reg937-130818.pdf>

7. **Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ РД 153-34.3-35.613-00** (уст. РАО «ЕЭС России» 20 декабря 2000

г.). URL: <https://www.garant.ru/> Режим доступа: научно-техническая библиотека ПГУПС, ауд.6-314, информационно-правовой портал «Гарант»

8. **Графические символы для схем** (в формате базы данных) ГОСТ Р МЭК 60617-DB-12М-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200134261> Режим доступа: электронный фонд правовой и информативно-технической документации «КО-ДЕКС» <http://docs.cntd.ru/>

9. **ГОСТ Р 58669-2019**. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита. Трансформаторы тока измерительные индуктивные с замкнутым магнитопроводом для защиты. Методические указания по определению времени до насыщения при коротких замыканиях. Загл. с экрана. (дата обращения: 01.03.2024): https://protect.gost.ru/default.aspx?control=6&month=11&year=2024&ГОСТ_P_58669-2019&showall=-1

10. **СТО 34.01-4.1-009-2019**. Методические указания по проектированию и эксплуатации технологических защит и автоматики, выполненных на базе микропроцессорной техники на объектах электросетевого комплекса ПАО «Россети» URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/ Загл. с экрана (дата обращения: 1.03.2024).

11. **СТО 34.01-9.1-002-2018**. Оборудование ВЧ-связи для передачи сигналов по сетям низкого и среднего напряжения. Общие технические условия URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/ Загл. с экрана (дата обращения: 1.03.2024).

12. **СТО 34.01-3.1-002-2016**. Типовые технические решения подстанций 6-110 кВ. Загл. с экрана (дата обращения: 1.03.2024). URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО-34.01-3.1-002-2016_v3.pdf

13. **СТО 34.01-6.1-002-2016**. Программно-технические комплексы подстанций 35-110 (150) кВ. Общие технические требования. Загл. с экрана (дата обращения: 1.03.2024). URL:

14. **СТО 34.01-4.1-005-2017** Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации электросетевого комплекса. Загл. с экрана (дата обращения: 25.02.2019). URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-4.1-005-2017_PTO_RZA.pdf

15. **СТО 34.01-4.1-004-2018** ВЧ аппаратура для РЗА. Технические требования к ВЧ аппаратуре разных производителей для обеспечения совместной работы в одном ВЧ канале. Загл. с экрана (дата обращения: 25.02.2019). URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-4.1-004-2018.pdf

16. **СТО 34.01-9.2-004-2019** Каналы связи для РЗА. Технические решения для сетей 35-220 кВ Загл. с экрана (дата обращения:

25.02.2019). URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/%D0%A1%D0%A2%D0%9E_34.01-9.2-004-2019.pdf

8.5.3. Другие издания:

1. **Бурьяноватый А.И., Иванов М.А., Степанская О.А.** Релейная защита / Методические указания к выполнению лабораторных работ.— СПб.: Изд-во ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015.—34 с. (38 экз.)

2. **Релейная защита:** метод. указания к выполнению курсового проекта/ ПГУПС, каф. "Электроснабжение ж. д."; сост., ред. А. И. Бурьяноватый. - СПб.: ПГУПС, 2002. - 39 с. (143 экз.)

3. **Ершов, Ю.А.** Моделирование микропроцессорных релейных защит / Ю.А. Ершов, Д.Н. Киселев // Educatio. — 2015. — № 10(17). — С. 7. — ISSN 2413-5348. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/296484> (дата обращения: 25.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. **Романюк, Ф.А.** Принципы выполнения блокировки токовой защиты электроустановок с силовыми трансформаторами / Ф.А. Романюк, А.Г. Сапожникова // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. — 2017. — № 2. — С. 101-107. — ISSN 0579-2983. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/300266> (дата обращения: 25.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. **Жексембиева, Н.С.** Анализ повышения надежности функционирования работы релейной защиты на подстанции / Н.С. Жексембиева, П.Н. Обьедков, Н.Б. Ербаева // Ғылым және білім / Наука и образование. — 2013. — № 4. — С. 80-86. — ISSN 2305-9397. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/293273> (дата обращения: 25.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. **Романюк, Ф.А.** Принципы выполнения токовой защиты линий с односторонним питанием от междуфазных коротких замыканий / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. — 2015. — № 1. — С. 5-11. — ISSN 0579-2983. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/293671> (дата обращения: 25.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. **Новаш, И.В.** Моделирование энергосистем и испытание устройств релейной защиты в режиме реального и модельного времени / И.В. Новаш // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. — 2017. — № 3. — С. 198-210. — ISSN 0579-2983. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/302490> (дата обращения: 25.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

3. Электронная библиотечная система iprbooks.ru [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78574.html> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. Автоматизированная система поиска правовой информации по железнодорожному транспорту АСПИЖТ (Доступ в компьютерном классе библиотеки 6-314.)

5. Информационно-правовая система ГАРАНТ (Доступ из компьютерного класса библиотеки - помещение 6-314)

6. Информационно-правовая система КОДЕКС (Доступ из компьютерного класса библиотеки - помещение 6-314)

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Плюс [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://window.edu.ru>

8. Сайт бывалых релейщиков [Электронный ресурс] (дата обращения: 25.02.2019) Режим доступа: <http://rzia.ru/>

9. Сайт русскоязычной документации по MatLab и Simulink Центра инженерных технологий и моделирования «Экспонента» (дата обращения: 25.02.2019)– Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/>

10. Сайт корпоративной стандартизации публичного акционерного общества «Российские сети». [Электронный ресурс] (дата обращения: 25.02.2019). – Режим доступа:

https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/

Разработчик рабочей программы,
старший преподаватель

М. А. Иванов

«17» декабря 2024 г.