

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 16:39:12
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе
Пятигорского института (филиал) СКФУ
М.В. Мартыненко
«__» _____ 20__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИ-
СТЕМ**

Направление подготовки
Направленность (профиль)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
**Передача и распределение электрической энергии в си-
стемах электроснабжения**

Форма обучения
Год начала обучения
Реализуется в 6,7 семестрах

очная
2022 г

Разработано:

Старший преподаватель кафедры физики,
электротехники и электроэнергетики

(должность разработчика)

Палий В.А.

(Ф.И.О.)

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Пятигорск 2022 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является формирование знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

Задачей изучения дисциплины является усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана Б1.В.01 - Б1.В.13 ОП ВО подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Её освоение происходит в 6,7 семестрах.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения.	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения.	Знает основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей. Умеет сопоставлять и анализировать особенности функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики. Владеет навыками составления схем для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач.
	ИД-1 _{ПК-2} Рассчитывает параметры электрооборудования систем электроснабжения.	Знает принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики.
ПК-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения.	ИД-2 _{ПК-2} Рассчитывает режимы работы систем электроснабжения.	Умеет проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит.
	ИД-3 _{ПК-2} Обеспечивает заданные параметры режима систем электроснабжения.	Владеет навыками расчёт установок релейной защиты.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля

Объем занятий:	З.е.	Астр. ч.	Из них в форме практической подготовки
Всего:	7	189	
Из них аудиторных:		81	
Лекций		40,5	
Практических занятий		27	
Лабораторных работ		13,5	
Самостоятельной работы		81	
Формы контроля:			
Зачет			
Экзамен		27	

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
6 семестр							
1	Тема 1. Принципы построения релейной защиты.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
2	Тема 2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в системе электроснабжения.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	–	–	3
3	Тема 3. Симметричные КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
4	Тема 4. Трансформаторы тока.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	–	–	3
5	Тема 5. Трансформаторы напряжения.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
6	Тема 6. Матричные методы расчета токов и напряжений в системе электроснабжения.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	–	–	3
7	Тема 7. Матричные методы расчета токов и напряжений в системе электроснабжения.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

		ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}					
8	Тема 8. Выдержка времени МТЗ.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	—	—	3
9	Тема 9. Токовая отсечка на линиях с односторонним питанием.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
10	Тема 10. Токовая отсечка на линиях с двусторонним питанием.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	—	—	3
11	Тема 11. Защита предохранителями и автоматическими выключателями.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
12	Тема 12. Защита воздушных и кабельных ЛЭП.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	—	—	3
13	Тема 13. Дифференциальная токовая защита.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
14	Тема 14. Дистанционная защита.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	—	—	3
15	Тема 15. Высокочастотная защита.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
16	Тема 16. Релейная защита силовых трансформаторов. Дифференциальная защита.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	—	—	3
17	Тема 17. Релейная защита силовых трансформаторов. Токовая отсечка. Газовая защита.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
18	Тема 18. Защита электродвигателей.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	1,5	—	—	3
Итого за 6 семестр:			27	13,5	13,5	—	54
7 семестр							
19	Тема 19. Резервирование отказов релейной защиты и выключателей.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
20	Тема 20. Релейная защита шин.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
21	Тема 21. Реле дифференциальных защит серий РНТ и ДЗТ10.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
22	Тема 22. Цифровые реле.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3
23	Тема 23. Особенности эксплуатации микропроцессорных защит.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	—	1,5	—	3

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

24	Тема 24. Измерительные органы цифровой релейной защиты.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
25	Тема 25. Характеристики и динамические свойства цифровой релейной защиты.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
26	Тема 26. Токовые и токовые направленные цифровые защиты.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
27	Тема 27. Функциональные элементы цифровой защиты и автоматики ВЛ.	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1,5	–	1,5	–	3
Итого за 7 семестр:			13,5	–	13,5	–	27
Итого:			40,5	13,5	27	–	81

5.2. Наименование и содержание лекций

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
6 семестр			
1	Тема 1. Принципы построения релейной защиты. Назначение релейной защиты. Структура РЗ и используемая информация. Виды повреждений. Основные требования к защитным функциям. Чувствительность. Селективность. Релейная защита с относительной селективностью. Релейная защита с абсолютной селективностью. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите. Критерии, зависящие от одной величины (ток или напряжение). Классификация защитных функций. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Статическая устойчивость функционирования. Динамическая устойчивость функционирования. Устойчивость к влиянию внешней среды. Надежность. Основные элементы цифровой релейной защиты.	1,5	
2	Тема 2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в системе электроснабжения. Общие положения. Трёхфазное короткое замыкание в одной точке. Двухфазное КЗ между фазами В и С. Двухфазное КЗ на землю в сети с изолированной нейтралью. Двухфазное КЗ на землю в сети с глухозаземлёнными нейтралями. Однофазное КЗ.	1,5	
3	Тема 3. Симметричные КЗ в сверхпереходном режиме. Приведение именованных единиц к относительным, относительных единиц к именованным, от-	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	носительных номинальных величин к относительным параметрам (э. д. с., напряжений, токов, мощностей и сопротивлений) элементов электрических цепей. Схема замещения с исключением трансформаторных связей путём приведения параметров всех элементов к одной степени напряжения.		
4	Тема 4. Трансформаторы тока. Общие положения. Определение допустимой нагрузки на ТА. Выбор трансформаторов тока	1,5	
5	Тема 5. Трансформаторы напряжения. Общие положения. Определение допустимой нагрузки на ТВ. Выбор трансформаторов напряжения.	1,5	
6	Тема 6. Оперативный ток. Общие требования и определения. Контроль изоляции сети. Схемы с предварительно заряженными конденсаторами. Схемы с дешунтированием катушки отключающего электромагнита выключателя (УАТ). Выбор принципов использования ОТ на подстанциях.	1,5	
7	Тема 7. Максимальная токовая защита (МТЗ). Общие положения. Размещение МТЗ. Схемы включения пусковых органов МТЗ. Схема МТЗ. Ток срабатывания пускового реле МТЗ.	1,5	
8	Тема 8. Выдержка времени МТЗ. МТЗ с независимой характеристикой. МТЗ с зависимой характеристикой. Согласование выдержек времени МТЗ с независимой и зависимой характеристиками.	1,5	
9	Тема 9. Токовая отсечка на линиях с односторонним питанием. Общие положения. Зона действия отсечки	1,5	
10	Тема 10. Токовая отсечка на линиях с двусторонним питанием. Общие положения. Сочетание ТО с МТЗ. МТЗ от однофазных КЗ в сети с заземлёнными нулевыми точками трансформаторов.	1,5	
11	Тема 11. Защита предохранителями и автоматическими выключателями. Принцип действия и область применения плавких предохранителей. Выбор плавких предохранителей. Селективность. Автоматические воздушные выключатели (АВВ). Выбор Автоматических воздушных выключателей.	1,5	
12	Тема 12. Защита воздушных и кабельных ЛЭП. Назначение и виды защиты. Максимальная токовая защита. Схемы максимальной токовой защиты.	1,5	
13	Тема 13. Дифференциальная токовая защита.	1,5	

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Щербухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	Общие положения. Продольная дифференциальная защита. Токовая поперечная дифференциальная токовая защита двух линий. Направленная поперечная дифференциальная токовая защита двух линий.		
14	Тема 14. Дистанционная защита. Принцип действия, виды и характеристики дистанционной защиты. Реле полного сопротивления на выпрямленных токах. Схемы дистанционной защиты.	1,5	
15	Тема 15. Высокочастотная защита. Виды линейных каналов (трактов). Схема подключения промежуточного усилителя. Схема подключения аппаратуры уплотнения в пункте ВЧ обхода. Схема ВЧ обхода.	1,5	
16	Тема 16. Релейная защита силовых трансформаторов. Дифференциальная защита. Общие положения. Назначение и основные типы защиты трансформаторов. Дифференциальная защита.	1,5	
17	Тема 17. Релейная защита силовых трансформаторов. Токовая отсечка. Газовая защита. Общие положения. Токовая отсечка трансформатора. Газовая защита трансформатора. Защита от сверхтоков. Защита от перегрузки.	1,5	
18	Тема 18. Защита электродвигателей. Повреждения и ненормальные режимы работ электродвигателей. Типы защит. Защита от многофазных КЗ. Защита от перегрузки. Защита от минимального напряжения. Особенности защиты синхронных электродвигателей.	1,5	
	Итого за 6 семестр:	27	
7 семестр			
19	Тема 19. Резервирование отказов релейной защиты и выключателей. Общие сведения. Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). Схемы УРОВ при отказе выключателей. Повышение эффективности дальнего резервирования.	1,5	
20	Тема 20. Релейная защита шин. Назначение защиты шин. Дифференциальная защита шин. Схема дифференциальной защиты шин для подстанций с одной рабочей и одной резервной системами шин.	1,5	
21	Тема 21. Реле дифференциальных защит серий РНТ и ДЗТ10. Принцип действия и краткое описание реле серий РНТ и ДЗТ10. Принцип действия реле серии РНТ и ДЗТ10. Технические данные реле серии РНТ и ДЗТ10.	1,5	
22	Тема 22. Цифровые реле. Цифровые системы управления и сбора информации.	1,5	

	Основные характеристики микропроцессорных устройств. Структурная схема микропроцессорных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики. Обработка информации в цифровых реле. Алгоритмы работы измерительных органов.		
23	Тема 23. Особенности эксплуатации микропроцессорных защит. Надежность функционирования систем с цифровыми реле. Помехозащищенность цифровых реле. Испытание аппаратуры на помехозащищенность. Использование цифровых реле в качестве АСУ ТП. Техническое обслуживание цифровых реле.	1,5	
24	Тема 24. Измерительные органы цифровой релейной защиты. Структура цифровых измерительных органов. Предварительная обработка аналоговых сигналов. Векторное отображение дискретизированных синусоидальных сигналов. Алгоритмы цифрового преобразования сигналов релейной защиты. Вычисление средних и действующих значений сигналов. Вычисление векторов на основе мгновенных значений величин и их производных. Алгоритм двух выборок. Алгоритмы на основе дифференциального уравнения линии. Алгоритмы ЦИО на основе выделения составляющих ортогональных функций. Измерительные органы одной электрической величины. Цифровые измерительные органы направления мощности. Характеристики срабатывания. ЦИО с использованием ортогональных составляющих векторов. Непосредственное использование выборок мгновенных значений величин. Выбор измеряемых величин в ЦИО направления мощности ЦИО направления мощности симметричных составляющих. Цифровые дистанционные органы. Входные величины и характеристики срабатывания дистанционных органов. Пофазные и трехфазные дистанционные органы. Цифровые ДО на основе сравнения абсолютных значений электрических величин. Дистанционные органы на основе сравнения фаз двух электрических величин. Цифровые ДО с полигональными и комбинированными характеристиками на основе сравнения электрических величин. Цифровые ДО на основе непосредственного вычисления. Трехфазные дистанционные органы.	1,5	
	Тема 25. Частотные характеристики и динамические характеристики цифровых фильтров. Частотные характеристики и передаточные функции цифровых фильтров.	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	функции ЦФ. Частотные характеристики алгоритмов цифрового измерения синусоидальных величин. Частотные характеристики алгоритма Фурье. Динамические характеристики ЦИО. Факторы, обуславливающие динамические свойства ЦИО. Собственные динамические характеристики ЦИО. Быстродействующее вычисление векторов на основе фильтров с изменяемыми коэффициентами. Постановка вопроса. Общий случай фильтра ортогональных составляющих с числом коэффициентов $M < N$. Расчет коэффициентов фильтра ортогональных составляющих в общем случае $M < N$. Быстродействующие фильтры Фурье ортогональных составляющих. Алгоритмы, использующие критерии идентификации сигналов. Особенности использования алгоритмов идентификации в релейной защите. Влияние режима электрической системы на динамические свойства релейной защиты. Установившиеся и свободные составляющие в формируемых величинах. Критерий интенсивности сигнала помехи. Области опасных режимов ЭС по критерию интенсивности сигнала помехи.		
26	Тема 26. Токовые и токовые направленные цифровые защиты. Формирование токов и напряжений, измеряемых релейной защитой. Подключение РЗ к измерительным трансформаторам тока и напряжения. Статические погрешности ТТ и ТН. Особенности функционирования ТТ в динамических режимах и режимах насыщения. Емкостные трансформаторы напряжения. Максимальная токовая защита. Основные функции. Построение ступени МТЗ с независимой выдержкой времени. Блокирование МТЗ при броске намагничивающего тока силового трансформатора. МТЗ с независимой выдержкой времени и регулируемым временем возврата. МТЗ с зависимой от тока выдержкой времени (МТЗЗ). Использование пусковых и блокирующих сигналов в МТЗ. Токовые защиты на основе измерения симметричных составляющих. Токовая защита обратной последовательности. Токовая защита нулевой последовательности. Токовые защиты от однофазных замыканий на зев сетях с малым током замыкания на землю. Защиты на основе контроля напряжения сети. Направленные токовые защиты. Структура токовой направленной защиты. Чувствительная токовая защита нулевой последовательности с контролем нейтральной точки. Двустороннее измерение направления мощности.	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

27	Тема 27. Функциональные элементы цифровой защиты и автоматики ВЛ. Структура программного обеспечения ЦРЗ. Защита абсолютной селективности на основе обмена сигналами. Общие соображения. Защиты на основе контроля приема отключающих сигналов. Защиты на основе обмена разрешающими сигналами. Обеспечение правильного функционирования защит с разрешающим сигналом при «слабом» питании и коммутациях в ЭС. Защиты на основе обмена блокирующими сигналами. Токовые направленные защиты абсолютной селективности. Автоматическое повторное включение. Контроль синхронизма при включении ВЛ. Устройства резервирования отказа выключателя.	1,5	
	Итого за 7 семестр:	13,5	
	Итого:	40,5	

5.3. Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
6 семестр			
1	Лабораторная работа № 1. Моделирование максимальной токовой защиты линии электропередачи. Изучение устройства, принципа действия и схем максимальной токовой защиты (МТЗ).	1,5	
2	Лабораторная работа № 2. Моделирование мгновенной токовой отсечки линии электропередачи. Изучение устройства, принципа действия и схем токовой отсечки (ТО).	1,5	
3	Лабораторная работа №3. Моделирование максимальной токовой защиты радиальной электрической сети с односторонним питанием. Исследование МТЗ и ТО двух линий электропередачи с односторонним питанием.	1,5	
4	Лабораторная работа №4. Моделирование дифференциальной защиты линии электропередачи. Изучение устройства, принципа действия и схем дифференциальной защиты линии электропередач.	1,5	
5	Лабораторная работа №5. Моделирование дифференциальной защиты трансформатора. Изучение устройства, принципа действия и схем дифференциальной защиты силового трансформатора.	1,5	
	Лабораторная работа №6. Токовая направленная защита линии электропередачи в кольцевой сети.	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	Ознакомление студентов с принципом действия, схемой и выбором уставок токовой направленной защиты линий электропередачи в кольцевой сети.		
7	Лабораторная работа №7. Продольная дифференциальная защита линии электропередачи. Изучить принцип действия и назначение продольной дифференциальной токовой направленной защиты.	1,5	
8	Лабораторная работа №8. Поперечная дифференциальная защита параллельных линий электропередачи. Изучить принцип действия и назначение поперечной дифференциальной токовой направленной защиты.	1,5	
9	Лабораторная работа №9. Дистанционная защита линий электропередачи в сети с двусторонним питанием. Ознакомиться с принципом действия дистанционной защиты линий.	1,5	
Итого за 6 семестр:		13,5	
7 семестр			
10	Лабораторная работа №10. Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени линии электропередачи и вводного выключателя. Изучить принцип действия максимальной токовой защиты, изучить методы расчета и проверки уставок защиты, исследовать факторы, влияющие на селективность и зону действия МТЗ.	1,5	
11	Лабораторная работа №11. Максимальная токовая защита с блокировкой по минимальному напряжению. Изучить принцип действия максимальной токовой защиты с блокировкой по минимальному напряжению, изучить методы расчета и проверки уставок защиты, исследовать влияние пусковых органов напряжения на чувствительность МТЗ.	1,5	
12	Лабораторная работа №12. Дифференциальная защита трансформатора. Изучить принцип действия дифференциальной защиты трансформатора, изучить особенности дифференциальных защит трансформаторов, связанные с необходимостью выравнивания вторичных токов по величине, изучить особенности настройки параметров дифференциальных реле с торможением типа ДЗТ-11, исследовать факторы, влияющие на селективность, зону действия и чувствительность защиты.	1,5	
	Лабораторная работа №13. Токовая защита установок, селективности и зоны срабатывания токовой отсечки и максимальной токовой защиты трансформатора,	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	изучить особенности расчета установок защиты от перегрузки силового трансформатора.		
14	Лабораторная работа №14. Дифференциальная защита сборных шин. Изучить принцип действия дифференциальной защиты шин, исследовать факторы, влияющие на селективность, зону действия и чувствительность защиты.	1,5	
15	Лабораторная работа №15. Логическая защита сборных шин. Изучить принцип действия и область применения логической защиты сборных шин, исследовать факторы, влияющие на селективность и зону действия ЛЗШ.	1,5	
16	Лабораторная работа №16. Автоматическое повторное включение линии электропередачи. Изучить алгоритмы работы устройств АПВ на линиях с односторонним питанием, изучить особенности взаимодействия устройств АПВ и релейной защиты, изучить принципы расчета установок АПВ линий электропередач с односторонним питанием.	1,5	
17	Лабораторная работа №17. Автоматическое повторное включение сборных шин. Изучить особенности работы устройств автоматического повторного включения шин, изучить особенности взаимодействия устройств АПВ шин и устройств релейной защиты.	1,5	
18	Лабораторная работа №18. Автоматическое включение резерва секционного выключателя. Изучить принцип действия и особенности работы устройств автоматического включения резерва секционного выключателя.	1,5	
	Итого за 7 семестр:	13,5	
	Итого:	27	

5.4. Наименование практических занятий

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
6 семестр			
1	Практическая работа №1. Приведение именованных единиц к относительным, относительных единиц к именованным, относительных номинальных величин к относительным параметрам (э. д. с., напряжений, токов, мощностей и сопротивлений) элементов электрических цепей. Получить практические навыки приведения именованных единиц к относительным.	1,5	
	Практическая работа №2. Определение начального сверхпереходного тока в генераторе и на	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	всех элементах схемы при металлическом трехфазном коротком замыкании на шинах системы. Получить практические навыки расчета и построения векторных диаграмм при КЗ в системах ЭС.		
3	Практическая работа №3. Токовые и токовые направленные защиты линии электропередачи напряжением выше 1 кВ и их элементная база. Изучить расчет МТЗ на оперативном токе и их элементную базу.	1,5	
4	Практическая работа №4. Дифференциальная защита генераторов/двигателей. Рассмотреть основные типы защит синхронных генераторов и асинхронных электродвигателей.	1,5	
5	Практическая работа №5. Релейная защита трансформаторов. Изучить основные типы повреждений и способы предотвращения аварий на силовых трансформаторах.	1,5	
6	Практическая работа №6. Определение расчетных нагрузок на трансформаторы тока. Определение расчетных нагрузок на трансформаторы тока (ТТ).	1,5	
7	Практическая работа №7. Расчет полной и токовой погрешностей трансформаторов тока по кривым 10%-й погрешности. Определение токовой и полной погрешностей, сечений жил контрольных кабелей по кривым 10%-ной погрешности, максимального вторичного тока ТТ.	1,5	
8	Практическая работа №8. Дистанционные защиты линий. Изучить способы расчета дистанционных защит, которые сводятся к определению, сопротивлений срабатывания, выдержек времени и чувствительности отдельных дистанционных ступеней и пусковых органов защиты, параметры срабатывания и чувствительности защиты при качаниях.	1,5	
9	Практическая работа №9. Расчет уставок максимальной токовой защиты. Изучить методы расчета установок МТЗ.	1,5	
	Итого за 6 семестр:	13,5	
	Итого:	13,5	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5.5. Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр					
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	40,095	4,455	44,55
	Подготовка к лекциям	Собеседование	2,43	0,27	2,7
	Подготовка к практическим занятиям	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	2,43	0,27	2,7
	Подготовка к лабораторным занятиям	Собеседование	3,645	0,405	4,05
Итого за 6 семестр:			48,6	5,4	54
7 семестр					
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	Самостоятельное изучение литературы по темам №19-27	Собеседование	19,44	2,16	21,6
	Подготовка к лекциям	Собеседование	1,215	0,135	1,35
	Подготовка к лабораторным занятиям	Собеседование	3,645	0,405	4,05
Итого за 7 семестр:			24,3	2,7	27
Итого:			72,9	8,1	81

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
 - методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
 - типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины.
- ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Документ подписан каждым студентом. Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый процесс.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Куксин, А. В. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / А. В. Куксин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 215 с. — ISBN 978-5-4497-0531-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94929.html>

2. Горемыкин, С. А. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : практикум / С. А. Горемыкин, Н. В. Ситников. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 71 с. — ISBN 978-5-7731-0933-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111504.html>

3. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0505-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98355.html>

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Богданов, А.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах : учебное пособие / А.В. Богданов, А.В. Бондарев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет, Кумертауский филиал ОГУ. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 82 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 8-987-903550-43-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481747>

2. Соловьев, А. Л. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ : учебное пособие / А. Л. Соловьев, М. А. Шабад ; под редакцией А. В. Беляев. — Санкт-Петербург : Политехника, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-7325-1100-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/59516.html>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям.	
2. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям.	
3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

1	Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт» – http://docs.cntd.ru/
2	Профессиональные справочные системы «Техэксперт» – http://vuz.kodeks.ru/

Программное обеспечение:

1	Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level- лицензия № 61541869 от 15.02.2013. Бессрочная лицензия. Дата окончания срока поддержки (обновления) 10.01.2023г.
2	Microsoft Office Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level – лицензия № 61541869 от 15.02.2013 Бессрочная лицензия. Дата окончания срока поддержки (обновления) 11.04.2023г.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения. Переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.
Лабораторные занятия	Лаборатория теоретических основ электротехники, релейной защиты и электробезопасности с интерактивным мультимедиа оборудованием Лабораторное оборудование «Электроэнергетика-релейная защита и автоматика» Комплект типового лабораторного оборудования «Электроэнергетика - однолинейная модель» Научно-исследовательский комплекс «Централизованные средства защиты, автоматизации и управления электроэнергетических систем», исполнение стендовое компьютерное Научно-исследовательский комплекс «Автоматизированные средства управления и защиты в системах электроснабжения промышленных предприятий»
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения. Переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащённое компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

11. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022