

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 15:54:01

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

Директор Пятигорского института

(филиал) СКФУ

Шебзухова Т.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика

Направленность (профиль)

и электротехника

Квалификация выпускника

Передача и распределение электрической

Форма обучения

энергии в системах электроснабжения

Год начала обучения

Бакалавр

Реализуется в 6,7 семестре

очная

2021

Пятигорск, 2021 г.

Цель и задачи освоения дисциплины

Целью и задачей освоения дисциплины «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения» является формирование знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты.

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части Б1.Б18., её освоение происходит в 6,7 семестре.

2. Связь с предшествующими дисциплинами

Основой для изучения основных разделов дисциплины «Релейная защита и автоматизация ЭЭС» являются дисциплины «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Техника высоких напряжений», «Информационно-измерительная техника и электроника».

3. Связь с последующими дисциплинами

Знания, умения и навыки, приобретенные студентом при изучении дисциплины «Релейная защита и автоматизация ЭЭС» необходимы для успешного изучения дисциплин «Электробезопасность», «Основы управления электроэнергетическими системами», «Применение SmartGrid в электрических сетях», «Системы электроснабжения», «Основы проектирования распределительных сетей», «Цеховое электроснабжение», «Проектирование цифровой РЗ», «Управление энергозатратами промышленных предприятий», «Проектирование районной сети», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем».

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

4.1. Наименование компетенций

Код	Формулировка
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов
ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов

4.2. Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формулировка компетенций
Знать: основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей	ПК-1
Уметь: сопоставлять и анализировать	ПК-1

особенности функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики	
Владеть: навыками составления схем для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач	ПК-1
Знать: принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики	ПК-2
Уметь: проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит	ПК-2
Владеть: навыками расчёт установок релейной защиты	ПК-2

5. Объем учебной дисциплины/модуля

Объем занятий: Итого	189 ч
В том числе аудиторных	81 ч
Из них: Лекций	40,5 ч
Лабораторных работ	27 ч
Практических занятий	13,5 ч
Самостоятельной работы	81 ч
Контроль	27 ч
Зачёт	6 семестр
Экзамен	7 семестр

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий

6.1. Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
6 семестр							
1	Общие вопросы выполнения РЗ		1,5	6	-		3
2	Расчеты и построение векторных диаграмм при КЗ в системах ЭС		4,5	3	-		3
3	Элементы устройств в РЗ		6,0	-	-		1,5
4	Оперативный ток		1,5	3	-		3
5	Токовые защиты		4,5		4,5		
6	Дифференциальная токовая защита (ДЗ).		3,0	-	3		3
7	Дистанционная защита		1,5		1,5		
8	Релейная защита трансформаторов		3,0	-	3		1,5
9	Защита синхронных генераторов		1,5	-	1,5		3
	Итого за 6 семестр		27	13,5	13,5		18
7 семестр							
1	Высокочастотная защита.		1,5	-	-		3
2	Защита шин.		1,5	-	-		4,5
3	Общие сведения по автоматике энергосистем.		1,5	4,5	1,5		4,5
4	Автоматическое повторное включение (АПВ).		3	-	4,5		4,5
5	Автоматическое включение резерва (АВР).		1,5	-	3		4,5
6	Автоматика систем электроснабжения.		1,5	4,5	3		4,75
7	Устройства резервирования		1,5	-	1,5		3
8	Противоаварийная автоматика		1,5	4,5	-		3
	Итого за 7 семестр		13,	13,5	13,5		33,75

			5				
	Итого		40,5	25,5	25,5		51,75

6.2. Наименование и содержание лекций

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
6 семестр			
1	Тема 1.1.1: <i>общие вопросы выполнения РЗ.</i> Назначение РЗ. Повреждения и ненормальные режимы в системах электроснабжения. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных ЭС и основных электроприёмников. Основные требования, предъявляемые к РЗ. Основные органы и элементы РЗ.	1,5	
2	Тема 1.2.1: <i>Расчеты и построение векторных диаграмм при КЗ в системах ЭС.</i> Трёхфазное КЗ в одной точке. Двухфазное КЗ. Двухфазное КЗ на землю в сети с изолированной нейтралью. Двухфазное КЗ на землю в сети с глухозаземлёнными нейтральями. Однофазное КЗ.	1,5	
3	Тема 1.2.2 <i>Расчеты и построение векторных диаграмм при КЗ в системах ЭС.</i> Симметричные КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.	1,5	
4	Тема 1.2.3: <i>Расчеты и построение векторных диаграмм при КЗ в системах ЭС.</i> Расчеты и выбор параметров аппаратов.	1,5	
5	Тема 1.3.1: <i>Элементы устройств в РЗ</i> Электромеханические реле и устройства РЗ. Электротепловые реле и устройства.	1,5	
6	Тема 1.3.2: <i>Элементы устройств в РЗ</i> Электронные реле и устройства РЗ. Микропроцессорные реле и устройства РЗ.	1,5	
7	Тема 1.3.3: <i>Элементы устройств в РЗ</i> Трансформаторы тока и напряжения. Реакторы и трансреакторы. Магнитные усилители. Насыщающиеся трансформаторы тока.	1,5	
8	Тема 1.3.4: <i>Элементы устройств в РЗ</i> Фазоповоротные и частотно – зависимые схемы. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Нелинейные измерительные преобразователи.	1,5	
9	Тема 1.4.1: <i>Оперативный ток</i> Общие требования и определения. Схемы и устройства. Области автоматизированного управления состояниями схем питания потребителей и электроприёмников.	1,5	

10	Тема 1.5.1: Токовые защиты Применение основных типов токовых защит. Принципы построения. Размещение. Схемы и общая оценка токовых защит. Ток срабатывания. Максимальная токовая защита (МТЗ). Токовая отсечка (ТО).	1,5	
11	Тема 1.5.2: Токовые защиты Токовые направленные защиты. Схемы и общая оценка токовых направленных защит. Максимальная направленная токовая защита (МНЗ).	1,5	
12	Тема 1.5.3: Токовые защиты Защита предохранителями и автоматическими выключателями. Защита воздушных и кабельных ЛЭП.	1,5	
13	Тема 1.6.1: Дифференциальная токовая защита (ДЗ). Назначение и виды дифференциальных защит. Принципы построения. Токи небаланса. Ток срабатывания.	1,5	
14	Тема 1.6.2: Дифференциальная токовая защита (ДЗ). Продольная дифференциальная защита линий и её особенности. Поперечная дифференциальная токовая защита. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита.	1,5	
15	Тема 1.7.1: Дистанционная защита Фазоповоротные и частотно – зависимые схемы. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Нелинейные измерительные преобразователи.	1,5	
16	Тема 1.8.1: Релейная защита трансформаторов Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов. Влияния различных факторов. Газовая защита трансформаторов.	1,5	
17	Тема 1.8.2: Релейная защита трансформаторов Токовые и токовые направленные защиты трансформатора от коротких замыканий. Дифференциальные токовые защиты трансформаторов и особенности их выполнения. Схемы, выбор параметров и область использования дифференциальных защит трансформаторов.	1,5	
18	Тема 1.9.1: Защита синхронных генераторов. Повреждения и ненормальные режимы работы синхронных генераторов. Виды защит и схемы защит синхронных генераторов. Синхронизация генераторов.	1,5	
Итого за 6 семестр		27,0	
7 семестр			
1	Тема 2.1.1: Высокочастотная защита. Виды линейных каналов. Аппаратура присоединения. Высокочастотные заградители.	1,5	

	Дифференциально-фазная высокочастотная защита.		
2	Тема 2.2.1: Защита шин. Назначение защиты. Дифференциальная защита шин. Схема дифференциальной защиты шин для подстанций с одной рабочей и одной резервной системами шин. Дифференциальная защита шин подстанции с двумя рабочими системами шин при фиксированном распределении.	1,5	
3	Тема 2.3.1: Общие сведения по автоматике энергосистем. Общие сведения по автоматике энергосистем. Устройства автоматического управления и регулирования. Характеристики регулирования.	1,5	
4	Тема 2.4.1: автоматическое повторное включение (АПВ). Устройства АПВ. Назначение и классификация АПВ. Основные требования. Характеристики и выбор аппаратов АПВ. Устройство АПВ однократного действия.	1,5	
5	Тема 2.4.2: Разновидности АПВ. Особенности выполнения АПВ различных объектов. Ускорение действия РЗ при АПВ. Разновидности АПВ.	1,5	
6	Тема 2.5.1: Автоматическое включение резерва (АВР). Инженерные расчёты АВР Назначение АВР. Принцип действия. Характеристики и выбор аппаратов резервного электрооборудования. Расчет уставок. Сетевые АВР.	1,5	
7	Тема 2.6.1: Автоматика систем электроснабжения. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.	1,5	
8	Тема 2.7.1: Устройства резервирования Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ). Принципы действия и схемы УРОВ. Выбор уставок УРОВ.	1,5	
9	Тема 2.8.1: Противоаварийная автоматика. Противоаварийная автоматика (ПА). Основные сведения о телемеханизации и диспетчерском управлении.	1,5	
Итого за 7 семестр		13,5	
Итого		40,5	

6.3. Наименование лабораторных работ

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
6 семестр			
Тема 5. Токовые защиты.			
1	Цель работы: моделирование максимальной токовой защиты линии электропередачи.	1,5	Эксперимент
2	Цель работы моделирование мгновенной токовой отсечки линии электропередачи.	1,5	Эксперимент
3	Цель работы: моделирование максимальной токовой защиты линии электропередачи с пуском по напряжению	1,5	Эксперимент
Тема 6. Дифференциальная токовая защита			
4	Цель работы: моделирование дифференциальной защиты линии электропередачи.	1,5	Эксперимент
5	Цель работы: моделирование поперечной дифференциальной защиты параллельных линий электропередачи.	1,5	Эксперимент
Тема 7. Дистанционная защита.			
6	Цель работы: дистанционная защита линий электропередачи в сети с двусторонним питанием.	1,5	Эксперимент
Тема 8. Защита трансформаторов.			
7	Цель работы: моделирование дифференциальной защиты трансформатора.	1,5	Эксперимент
8	Цель работы: моделирование максимальной токовой защиты трансформатора.	1,5	Эксперимент
9	Цель работы: моделирование дифференциальной токовой защиты блока генератор --трансформатор.	1,5	Эксперимент
Итого за 6 семестр		13,5	13,5
7 семестр			
Тема 3. Общие сведения по автоматике энергосистем.			
1	Цель работы: моделирование автоматического отключения короткого замыкания на линии электропередачи с односторонним питанием.	1,5	
Тема 4. Автоматическое повторное включение			
2	Цель работы: моделирование автоматического повторного включения линии электропередачи.	1,5	
3	Цель работы: моделирование автоматического повторного включения линии электропередачи с односторонним питанием.	1,5	
4	Цель работы: моделирование автоматического повторного включения линии электропередачи с двусторонним питанием.	1,5	
Тема 5. Автоматическое включение резерва			
5	Цель работы: моделирование автоматического включения резервного питания нагрузки.	1,5	

6	Цель работы: моделирование автоматического резервного включения секционного выключателя понизительной подстанции.	1,5	
Тема 6. Автоматика систем электроснабжения.			
7	Цель работы: моделирование автоматического ограничения снижения напряжения включением устройства продольной ёмкостной компенсации линии электропередачи.	1,5	
8	Цель работы: автоматическое повторное включение сборных шин.	1,5	
Тема 7. Устройства резервирования			
9	Цель работы: моделирование устройства резервирования отказов выключателей.	1,5	
	Итого за 7 семестр	13,5	
	Итого	27	13,5

6.4. Наименование практических занятий

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
6 семестр			
Тема 1. Общие вопросы выполнения РЗ.			
1	Общие понятия и обозначения. Условные обозначения элементов РЗ. Правила чтения принципиальных схем РЗ.	1,5	
2	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.	1,5	
Тема 2. Расчеты и построение векторных диаграмм при КЗ в системах ЭС			
3	Определение начального сверхпереходного тока в генераторе и на всех элементах схемы при металлическом трехфазном коротком замыкании на шинах системы.	1,5	
Тема 3. Элементы устройств в РЗ.			
4	Определение расчётных нагрузок на трансформаторы тока.	1,5	
5	Расчёт полной и токовой погрешностей трансформаторов тока по кривым 10%-й погрешности.	1,5	
Тема 5. Токовые защиты.			
6	Определение ступеней селективности МТЗ.	1,5	
7	Расчет токов срабатывания и зоны действия максимальных фазных отсечек линии с двусторонним питанием	1,5	
Тема 6. Дифференциальная токовая защита (ДЗ).			
8	Расчёт уставок пусковых токовых реле	1,5	

	поперечной направленной дифференциальной защиты от междуфазных К.З. на параллельных линиях		
Тема 8. Релейная защита трансформаторов			
9	Расчёт уставок токовых ступенчатых защит трансформатора и линий. Составление карт уставок защит трансформатора и линий	1,5	
Итого за 6 семестр		13,5	
Итого		13,5	

6.5. Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Коды реализованных компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр						
ПК-3, ПК-6	Изучение литературы по темам № 1.1.1-1.8.2	Конспект	Собеседование и тестирование	3,375	0,375	3,75
ПК-3, ПК-6	Подготовка к лабораторным занятиям	План проведения лабораторной работы	Собеседование	2,835	0,315	3,15
ПК-3, ПК-6	Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальное задание	Собеседование	1,89	0,21	2,1
ПК-3, ПК-6	Оформление лабораторных и практических работ	Отчёт (письменный)	Доклад и презентация	2,7	0,3	3
Итого за 6 семестр				10,8	1,2	12
7 семестр						
ПК-3, ПК-6	Изучение литературы по темам № 2.1.1-2.9.1	Конспект	Собеседование, тестирование	15,25 5	1,695	16,95
ПК-3,	Подготовка к	План	Собеседование	3,645	0,405	4,05

ПК-6	лабораторны м занятиям	проведения лабораторной работы				
ПК-3, ПК-6	Оформление лабораторных работ	Отчёт (письменный)	Доклад и презентация	5,4	0,6	6
Итого за 7 семестр				24,3	2,7	27
Итого				36,1	3,9	39

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОГ1 ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Тип контроля (текущий/промежут очный)	Вид контроль (текущий/промежут очный)я	Наименование оценочного средства
6 семестр					
ПК-3, ПК-6	1 - 3	Отчёт (письменный)	текущий	письменный	Комплект разноуровневых заданий
ПК-3, ПК-6	4 - 5	Отчёт (письменный)	текущий	письменный	Комплект разноуровневых заданий
ПК-3, ПК-6	6 – 7	Отчёт (письменный)	текущий	письменный	Комплект разноуровневых заданий
ПК-3, ПК-6	1 - 7	Собеседование	Промежуточный (зачёт)	устный	Вопросы к экзамену
					Вопросы для проверки уровня знаний
					Вопросы (задания) для проверки умений и навыков
7 семестр					
ПК-3, ПК-6	1 – 3	Отчёт (письменный)	текущий	письменный	Комплект разноуровневых заданий
ПК-3, ПК-6	4 – 6	Отчёт (письменный)	текущий	письменный	Комплект разноуровневых заданий
ПК-3, ПК-6	7 - 9	Отчёт (письменный)	текущий	письменный	Комплект разноуровневых заданий

ПК-3, ПК-6	1 - 9	Собеседование	Промежуточный (экзамен)	устный	Вопросы к экзамену
					Вопросы для проверки уровня знаний
					Вопросы (задания) для проверки умений и навыков

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Базовый	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – все виды аварийных и ненормальных режимов, – все виды релейной защиты и принцип их действия, – элементную базу электромеханических и микропроцессорных устройств релейной защиты, – устройство, принцип действия и элементную базу устройств противоаварийной автоматики. 	<p>Не знает видов аварийных и ненормальных режимов, видов релейной защиты, элементной базы. Не может объяснить принцип действия органов и устройств релейной защиты.</p>	<p>Аварийные и ненормальные режимы описывает без объяснения векторных диаграмм, принцип действия устройств описывает поверхностно, не знаком с микропроцессорными устройствами</p>	<p>Знает все виды аварийных и ненормальных режимов, все виды релейной защиты и принцип их действия, элементную базу электромеханических и микропроцессорных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики.</p>	
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать токи короткого замыкания на всех участках электрической сети, – рассчитывать уставки всех устройств релейной защиты и 	<p>Не умеет рассчитывать токи короткого замыкания, уставки и ступени селективности, правильно размещать устройства</p>	<p>Токи короткого замыкания, уставки и ступени селективности рассчитывает без принципиальных ошибок. Правильно размещает</p>	<p>– Самостоятельно рассчитывает токи короткого замыкания, уставки и ступени селективности всех устройств релейной защиты и автоматики на</p>	

	<p>автоматики, – рассчитывать ступени селективности и согласовывать работу различных устройств релейной защиты, – правильно размещать устройства релейной защиты и автоматики в простых электрических сетях.</p>	<p>релейной защиты.</p>	<p>устройства релейной защиты.</p>	<p>всех участках электрической сети, согласовывает работу различных устройств релейной защиты и правильно их размещает в простых электрических сетях.</p>	
	<p>Владеет: – навыками составления и сборки релейных схем и схем автоматики, – навыками эксплуатации и проектирования автоматики систем электроснабжения, – навыками расчёта и подборки уставок.</p>	<p>Не владеет навыками составления и сборки схем.</p>	<p>Владеет навыками составления и сборки схем, но подборка уставок вызывает существенные затруднения.</p>	<p>Уверенно владеет навыками составления и сборки схем и подборкой уставок.</p>	
Повышенный	<p>Знает: -методику размещения устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики в сложнотамкнутых электрических сетях.</p>				<p>Знает методику размещения устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики в сложнотамкнутых электрических сетях.</p>
	<p>Умеет: - определять характер и виды повреждений по векторным диаграммам</p>				<p>Умеет определять характер и виды повреждений по векторным</p>

					диаграммам.
	Владеет: - навыками изменения и дополнения принципиальных электрических схем, -методами диагностики устройств и органов релейной защиты				Владеет навыками изменения и дополнения принципиальных электрических схем и методами диагностики устройств и органов релейной защиты

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость обучающихся по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента*

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
6 семестр			
1.	Защита лабораторных работ 1-3 и собеседование по практическим работам 1-4	5 неделя	15
2.	Защита лабораторных работ 4-6 и собеседование по практическим работам 5-7	9 неделя	20
3.	Представление индивидуальной практической (расчётно-графической работы)	13 неделя	20
Итого за 6 семестр			55
7 семестр			
1.	Защита лабораторных работ 1-4 и собеседование по практической работе 1	7 неделя	20
2.	Защита лабораторных работ 5-7 и собеседование по практической работе 2	12 неделя	20
3.	Представление индивидуальной практической (расчётно-графической работы)	17 неделя	15
Итого за 7 семестр			55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60

Неудовлетворительный	0
----------------------	---

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. В случае если рейтинговый балл студента по дисциплине по итогам семестра равен 60, то программой автоматически добавляется 32 премиальных балла и выставляется оценка «отлично». Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 < S3K3 \wedge 40$), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35-40	Отлично
28-34	Хорошо
20-27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

Шкала перерасчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88-100	Отлично
72-87	Хорошо
53-71	Удовлетворительно
<53	Неудовлетворительно

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88-100	<i>Отлично</i>
72-87	<i>Хорошо</i>
53-71	<i>Удовлетворительно</i>
<53	<i>Неудовлетворительно</i>

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы к экзамену (6 семестр)

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Базовый уровень

Знать

1. Назначение РЗ.
2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных ЭС и основных электроприёмников.

3. Виды КЗ и их векторные диаграммы.
4. Симметричные КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
5. Электромеханические реле и устройства РЗ.
6. Трансформаторы тока.
7. Схемы соединения трансформаторов тока и реле.
8. Трансформаторы напряжения.
9. Схемы соединения трансформаторов напряжения и реле.
10. Вторичные реле прямого действия. Вторичные реле косвенного действия на постоянном оперативном токе.
11. Индукционные измерительные реле и реле направления мощности.
12. Реле времени.
13. Промежуточные реле.
14. Указательные реле.
15. Реакторы и трансреакторы.
16. Магнитные усилители и насыщающиеся трансформаторы тока.
17. Системы, схемы и устройства оперативного тока.
18. Принципы построения и основные типы релейных защит.
19. Принцип построения максимальной токовой защиты.
20. Принцип построения токовой отсечки.
21. Принцип построения максимальной направленной токовой защиты.
22. Защиту предохранителями и автоматическими воздушными выключателями.
23. Защиту воздушных и кабельных ЛЭП.
24. Принцип построения дифференциальной токовой защиты.
25. Продольную дифференциальную защиту линий и её особенности.
26. Поперечную дифференциальную токовую защиту.
27. Принцип действия, виды и характеристики дистанционной защиты.
28. Назначение и основные виды защиты трансформаторов.
29. Газовую защиту трансформаторов.
30. Виды повреждений электродвигателей и виды их защит.

Уметь

1. Производить расчёты токов КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
2. Определять погрешности трансформаторов тока и напряжения.
3. Определять ток срабатывания максимальных токовых защит.
4. Определять зону действия и ток срабатывания токовых отсечек.
5. Рассчитывать степень селективности максимальной токовой защиты.
6. Рассчитывать ток срабатывания плавкой вставки предохранителя.
7. Рассчитывать ток срабатывания расцепителя автоматического воздушного выключателя.
8. Определять уставку теплового реле тепловой защиты электродвигателя.
9. Выбирать аппараты защиты по рассчитанным параметрам.
10. Выбирать аппараты защиты исходя из технической и экономической целесообразности.
11. Выбирать трансформаторы тока в зависимости от рассчитанных токов КЗ.
12. Выбирать и реализовывать схемы и устройства оперативного тока в зависимости от применяемых типов и органов РЗ.
13. Выбирать способы зарядки аккумуляторов и конденсаторов системы оперативного тока.

14. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с ограниченно зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
15. Определять степень селективности максимальных токовых защит.
16. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с токовыми отсечками.
17. Рассчитывать токи небаланса дифференциальной токовой защиты.
18. Реализовывать схемное решение продольной дифференциальной защиты линии.
19. Реализовывать схемное решение поперечной дифференциальной защиты линии.
20. Реализовывать схемы дистанционной защиты.

Владеть

1. Методом выбора параметров аппаратов.
2. Схемными решениями максимальных токовых защит.
3. Принципами размещения максимальных токовых защит.
4. Принципами размещения токовых отсечек.
5. Схемными решениями токовых отсечек.
6. Принципами размещения максимальных направленных токовых защит.
7. Схемными решениями максимальных направленных токовых защит.
8. Методами расчёта токов короткого замыкания на всех участках радиальной линии электропередачи.
9. Методами защиты воздушных и кабельных ЛЭП.
10. Методами составления схем замещения участков электросети.
11. Навыками введения уставок в реле тока.
12. Навыками введения уставок в реле напряжения.
13. Навыками введения уставок в реле времени.
14. Навыками выбора трансформаторов тока для защиты линий электропередач.
15. Методами определения селективности действия токовой отсечки линий с односторонним и двухсторонним питанием..
16. Способами построения дифференциальной защиты линий электропередач.
17. Навыками сборки схем дифференциальной токовой защиты.
18. Способами дифференциальной защиты трансформаторов от короткого замыкания.
19. Способами защиты трансформаторов от длительной перегрузки.
20. Способами применения газовой защиты трансформаторов.

Повышенный уровень

Знать

1. Фазоповоротные и частотно-зависимые схемы.
2. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения.
3. Измерительные реле на основе полупроводниковой неинтегральной элементной базы.
4. Измерительные реле на основе полупроводниковой интегральной элементной базы.

5. Измерительные реле на основе микропроцессорной элементной базы.
6. Управляемые предохранители.
7. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты.
8. Дистанционная защита на направленном реле полного сопротивления с эллиптическими характеристиками.
9. Каскадное действие направленных токовых защит.
10. Характеристики аппаратов резервного электрооборудования..

Уметь

1. Определять зону действия максимальных направленных токовых защит.
2. Определять токи небаланса дифференциальной токовой защиты трансформатора.
3. Строить и анализировать векторные диаграммы всех видов КЗ и ненормальных режимов.
4. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
5. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с независимой и зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
6. Составлять алгоритм селективности действия релейной защиты электросети, оснащённой максимальной направленной токовой защитой.
7. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с тремя реле сопротивления.
8. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с одним реле сопротивления.
9. Рассчитывать и строить дифференциальную защиту трансформатора.
10. Реализовывать схемное решение дифференциальной защиты трансформатора.

Владеть

1. Автоматизированным управлением состояниями схем питания потребителей и электроприёмников.
2. Порядком расчета защиты автоматическими выключателями.
3. Порядком расчета защиты предохранителями.
4. Навыками введения уставок в микропроцессорные и компьютерные устройства и органы РЗА.
5. Методами определения и нейтрализации токов небаланса дифференциальной токовой защиты линий электропередач.
6. Навыками определения места КЗ с помощью органов дистанционной защиты.
7. Способами защиты асинхронных электродвигателей от перегрузки и неполнофазного режима.
8. Способами защиты синхронных электродвигателей от несинхронной работы.
9. Методами включения синхронных генераторов в параллельную работу.
10. Навыками диспетчерского управления.

Вопросы к экзамену (7 семестр)

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Базовый уровень

Знать

1. Устройства автоматического управления.
2. Устройства автоматического регулирования.
3. Характеристики регулирования.
4. Назначение АПВ.
5. Классификацию устройств АПВ.
6. Основные требования к схемам АПВ.
7. Устройства АПВ однократно действия.
8. Особенности выполнения схем АПВ на телемеханизированных подстанциях.
9. Особенности выполнения схем АПВ на воздушных выключателях.
10. Принцип выполнения схем АПВ на переменном токе.
11. Схему двукратного АПВ для масляных выключателей.
12. Несинхронное АПВ.
13. Быстродействующее АПВ.
14. АПВ с ожиданием синхронизма.
15. Назначение АВР.
16. Основные требования к схемам АВР.
17. Автоматическое включение резерва на подстанциях.
18. Автоматическое включение резервных трансформаторов на подстанциях.
19. Автоматическое регулирование напряжения в электрических сетях.
20. Автоматическое регулирование напряжения трансформаторов.

Уметь

1. Выбирать методы и характеристики автоматического регулирования параметров энергосистемы.
2. Рассчитывать статические и динамические коэффициенты регулирования.
3. Анализировать работу схемы АПВ однократного действия.
4. Анализировать работу схемы двукратного АПВ для масляных выключателей.
5. Выбирать принципы осуществления АВР при разных схемах питания потребителей.
6. Рассчитывать уставки АВР.
7. Анализировать схемы АВР различного назначения.
8. Анализировать схемы устройств автоматического включения генераторов на параллельную работу.
9. Выбирать способы регулирования частоты в энергосистеме.
10. Анализировать работу схем автоматической частотной разгрузки.

Владеть

1. Методикой определения времени автоматического возврата схемы АПВ в исходное положение.
2. Навыками работы с устройством автоматического повторного включения типа «АПВ – 2П».
3. Методикой расчёта уставок устройств АПВ.
4. Методикой расчёта уставок устройств АВР.
5. Навыками включения синхронных генераторов на параллельную работу

методом точной синхронизации.

6. Навыками включения синхронных генераторов на параллельную работу методом самосинхронизации.

7. Навыками автоматического регулирования напряжения на шинах электростанций.

8. Навыками выбора схем устройства резервирования отказов выключателя.

9. Методикой согласования действия устройств АВР, АПВ, АЧР.

10. Методикой анализа работы схем автоматической частотной разгрузки.

Повышенный уровень

Знать

1. Принцип ускорения защиты после АПВ.
2. Принцип ускорения защиты до АПВ .
3. Сетевые АВР.
4. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
5. Автоматическое регулирование напряжения на шинах подстанции.
6. Принципы автоматического регулирования частоты в энергосистеме.
7. Принципы автоматического регулирования перетоков мощности.
8. Основы диспетчерского управления.
9. Принципы автоматической частотной разгрузки.
10. Назначение и классификацию устройств противоаварийной автоматики.

Уметь

1. Реализовывать схемы ускорения защиты после АПВ.
2. Реализовывать схемы ускорения защиты до АПВ.
3. Реализовывать схемы АВР на постоянном оперативном токе.
4. Реализовывать схемы АВР на переменном оперативном токе.
5. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
6. Реализовывать схемы автоматического включения резерва линий и отдельных энергообъектов.
7. Составлять и формулировать требования к устройствам противоаварийной автоматики.
10. Составлять алгоритм автоматической частотной разгрузки.

Владеть

1. Навыками автоматизированного управления состоянием схем питания потребителей и электроприёмников.
2. Навыками регулирования частоты в энергосистеме
3. Навыками введения уставок в микропроцессорные и компьютерные устройства и органы систем автоматики.
4. Навыками работы с испытательными установками для проверки простых защит.

5. Навыками работы с испытательными установками для проверки сложных защит.
6. Навыками сбора оперативной информации о работе электроэнергетических систем.
7. Навыками оперативных переключений в системах автоматики.
8. Навыками применения устройств автоматического управления и регулирования.
9. Навыками выбора устройств автоматики.
10. Навыками диспетчерского управления.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата в СКФУ. В экзаменационный билет включаются: один теоретический вопрос, одно практическое задание и одно лабораторное задание.

Для подготовки по билету отводится 40 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором.

При проверке практического и лабораторного заданий оцениваются умения применить теоретические знания при решении практических задач и лабораторных экспериментов.

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими практические и (или) лабораторные занятия по дисциплине, в следующих формах: допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов выполненных с применением чертёжных инструментов принципиальных электрических схем экспериментов и таблиц для регистрации полученных результатов. Допуск к практическим занятиям происходит при наличии у студента выполненного индивидуального задания по теме практического занятия, самостоятельно изученной литературы по темам. Аттестацию студент получает, если он активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, творчески подходит к решению основных вопросов темы, показывает самостоятельность мышления. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы.

Основанием для снижения оценки являются:

- слабое знание темы и основной терминологии;
- пассивность участия в групповой работе;
- отсутствие умения применить теоретические знания для решения практических задач.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- небрежное оформление (несоответствие требованиям ЕСКД);
- погрешность расчета превышает 4%;
- не верно сделан вывод о полученных данных или результатах эксперимента.

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине.

8. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определенные формы отчетности

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

№		Рекомендуемые источники информации
---	--	------------------------------------

п/п	Виды самостоятельной работы	(№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Самостоятельное изучение литературы по темам настоящей программы	1-4	1-6	1-4	1-2
2	Самостоятельное решение практических задач	1-4	1-6	1-4	1-2
3	Подготовка к лабораторным работам	1-4	1-6	1-4	1-2
4	Подготовка к экзамену	1-4	1-6	1-4	1-2

9. Учебно-методические и информационное обеспечение дисциплины

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

10.1.1. Перечень основной литературы:

1. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования : учебник / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин ; под ред. Н.Ф. Котеленца. - 10-е изд., испр. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - Прил.: с. 284-295. - Библиогр.: с. 296.
2. Киреева, Э. А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий : [учеб.пособие] / Э.А. Киреева. - 2-е изд., стер. - М. : КНОРУС, 2013. - 368 с. - (Бакалавриат). - На учебнике гриф: Доп.УМО. - Библиогр.: с. 366-368.
3. Варварин, В. К. Выбор и наладка электрооборудования : справ.пособие / В.К. Варварин. - 2-е изд. - М. : ИНФРА-М, 2013. - 240 с. : ил. - (Профессиональное образование). - Прил.: с. 211-232. - Библиогр.: с. 233-234.
4. Басс, Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие/ Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев ; ред. А. Ф. Дьяков- М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - 0/ 5 экз.

10.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Грушвицкий, Р.И. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой: Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, Е. П. Угрюмов- СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 11/ 0 экз.
2. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы: ред.: В. Г. Герасимов [и др.]- М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 0/ 2 экз.
3. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства: ред.: В. Г. Герасимов [и др.]- М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 0/ 2 экз.
4. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии: ред.: В. Г. Герасимов [и др.]- М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 0/ 2 экз.
5. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии: ред.: В. Г. Герасимов [и др.]- М.: Издательство МЭИ, 2011. - 0/ 2 экз.
6. Сибикин, Ю.Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий: справочник/ Ю. Д. Сибикин- М.: КноРус, 2012

10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. В.А.Палий. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для студентов направления 13.03.02 «Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения» всех форм обучения (часть 1).

2. В.А.Палий. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для студентов направления 13.03.02 «Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения» всех форм обучения (часть 2).

3. В.А. Палий. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для студентов направления 13.03.02 «Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения» всех форм обучения.

4. В.А. Палий. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для студентов направления 13.03.02 «Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения» всех форм обучения.

10.3. перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://ftoe.ru> – электротехнический портал.

2. RZA.ORG.UA – электротехнический портал «Всё о релейной защите».

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

Информационные технологии: презентации к лекциям, мультимедийные системы, интернет-ресурсы.

Информационные справочные системы: не используются

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: специализированное программное обеспечение не требуется

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

12.1.1. Специализированная лаборатория.

12.1.2. Стенд «Энергетика - Релейная защита и автоматика» ЭЭ1 - РЗА - С -К.

12.1.3. Стенд «Системы электроснабжения» СЭС2 - С - К.

12.1.4. Лабораторный стенд «Системы электроснабжения промышленных предприятий» СЭС – ПП СК .

12.1.5. Мультимедийное оборудование для чтения лекций.

12.1.6. Электронные плакаты.