

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 ФИО: Игнатенко Виталий Иванович высшего образования
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
 Дата подписания: 24.06.2025 20:30:06 «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»
 Уникальный программный ключ: (ЗГУ)
 a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по ОД и МП
 _____ Игнатенко В.И.

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и автоматики**
 Учебный план 13.03.02_бак_заочн_ЭЭ-2025+.plx
 Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехника
 Квалификация **бакалавр**
 Форма обучения **заочная**
 Общая трудоемкость **11 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 396
 в том числе:
 аудиторные занятия 36
 самостоятельная работа 347
 часов на контроль 13
 Виды контроля в семестрах:
 экзамены 7
 зачеты 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
Неделя	16		10			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	6	6	6	6	12	12
Лабораторные	6	6	6	6	12	12
Практические	6	6	6	6	12	12
Итого ауд.	18	18	18	18	36	36
Контактная работа	18	18	18	18	36	36
Сам. работа	158	158	189	189	347	347
Часы на контроль	4	4	9	9	13	13
Итого	180	180	216	216	396	396

Программу составил(и):

Канд.техн.наук Доцент Петров Алексей Михайлович _____

Рабочая программа дисциплины

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и автоматики

Протокол от г. №

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

доцент, к.т.н. Петров А.М. _____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Электроэнергетики и автоматики

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

доцент, к.т.н. Петров А.М. _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Электроэнергетики и автоматики

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

доцент, к.т.н. Петров А.М. _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Электроэнергетики и автоматики

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

доцент, к.т.н. Петров А.М. _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Электроэнергетики и автоматики

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью освоения дисциплины "Релейная защита и автоматизация электротехнических систем" является формирование знаний о принципах технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, а также овладение теоретическими и практическими методами расчетов устройств релейной защиты и автоматизации. Также итогом 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 ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Электроэнергетические системы и сети	
2.1.2	Переходные процессы	
2.1.3	Теоретические основы электротехники	
2.1.4	Электрические машины	
2.1.5	Электрический привод	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Переходные процессы	
2.2.2	Производственная практика	
2.2.3	Электроснабжение	
2.2.4	Электроэнергетические системы и сети	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-6.1: Демонстрирует способность выбирать средства и способы измерения электрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности

Знать:

Уметь:

Владеть:

ОПК-6.2: Способен проводить измерения неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности

Знать:

Уметь:

Владеть:

ОПК-6.3: Демонстрирует способность проводить измерения применительно к объектам профессиональной деятельности

Знать:

Уметь:

Владеть:

ОПК-4.1: Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности

Знать:

Уметь:

Владеть:

ОПК-4.2: Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками

Знать:

Уметь:

Владеть:

ОПК-4.3: Демонстрирует способность выполнять расчеты на прочность простых конструкций

Знать:
Уметь:
Владеть:

ОПК-2.1: Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы, пригодные для практического применения
Знать:
Уметь:
Владеть:

ОПК-2.2: Демонстрирует способность разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения
Знать:
Уметь:
Владеть:

ОПК-2.3: Демонстрирует способность самостоятельно разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения
Знать:
Уметь:
Владеть:

ПК-2.1: Демонстрирует способность организации технологии обслуживания и ремонта систем электроснабжения
Знать:
Уметь:
Владеть:

ПК-2.2: Демонстрирует способность применения методов и технических средства испытаний и диагностики систем электроснабжения
Знать:
Уметь:
Владеть:

ПК-2.3: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач технологии эксплуатации и проектирования систем электроснабжения
Знать:
Уметь:
Владеть:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Общие методы инженерных расчетов в электроэнергетике
3.1.2	Требования к основным релейным защитах всех элементов СЭС, назначение и принципы устройств Требования к основным релейным защитах всех элементов СЭС, назначение и принципы устройств автоматики
3.1.3	Принципы проектирования защит электрооборудования
3.1.4	Природу электромагнитных и электромеханических законов в электрической сети Изображения соответствующие ГОСТ схем релейной защиты
3.1.5	Природу электромагнитных и электромеханических законов в электрической сети
3.1.6	Требования к основным видам релейных защит всех элементов системы электроснабжения, принципы
3.1.7	Современные и перспективные устройства релейной защиты и автоматики, применяемые в производстве
3.1.8	Методы расчета электрических величин
3.1.9	Векторные диаграммы токов и напряжений при коротких замыканиях
3.1.10	требования к основным релейным защитах всех элементов системы электроснабжения; принципы действия этих защит; назначение и принципы выполнения устройств автоматического управления и регулирования в системах электроснабжения, современные и перспективные устройства релейной защиты и автоматики, применяемые в производстве
3.2	Уметь:
3.2.1	Рассчитать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения
3.2.2	Грамотно составлять расчетные схемы, производить расчет токов СЭС

3.2.3	Обеспечивать соблюдение задан-ных параметров работы электро-энергетических установок
3.2.4	Разбираться в структурной схеме релейной защиты, основных элементах схемы
3.2.5	Рассчитать параметры режима короткого замыкания
3.2.6	Выполнять расчеты параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики СЭС
3.2.7	Объяснить структурные схемы релейных защит, свойства релейной защиты
3.2.8	Рассчитать уставки релейной защиты, проверки на чувствительность
3.2.9	Составлять карты селективности основных и резервных защит
3.2.10	выполнять расчеты параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики систем электроснабжения
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками использования стандартов, технической справочной литературой
3.3.2	Основами выполнения и технической реализации систем релейной защиты и автоматического управления
3.3.3	Теоретическими и практическими методами расчетов устройств релейной защиты и автоматизации
3.3.4	Навыками использования технических средств и контроля основных параметров технологического процесса
3.3.5	Знаниями о перспективных направлениях в развитии релейной защиты и автоматики СЭС
3.3.6	Навыками проектирования систем релейной защиты и автоматики с использованием современных устройств релейной защиты
3.3.7	Навыками расчета типовых схем релейных защит, применяемых в СЭС
3.3.8	Методами измерения электрических величин в зависимости от места повреждения
3.3.9	Навыками проектирования систем релейной защиты и автоматики СЭС с использованием современных и перспективных устройств защиты и автоматики
3.3.10	навыками проектирования систем релейной защиты и автоматики систем электроснабжения с использованием современных и перспективных устройств релейной защиты и автоматики

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						
1.1	Виды повреждений и ненормальных режимов работы СЭС.структура схемы РЗ /Лек/	6	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.2	Введение. требования к РЗ, структура и функции /Лек/	6	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.3	влияние аварийных и ненормальных режимов на функционирование оборудования станций и подстанций /Ср/	6	79	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	

1.4	источники оперативного тока, трансформаторы тока и напряжения, требования к ним, методика выбора /Лек/	6	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.5	технические требования, предъявляемые к устройствам РЗА /Лек/	6	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.6	Релейная защита линий, направленная защита /Лек/	6	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.7	Изменение электрических величин в зависимости от места повреждения, возможность обнаружения короткого замыкания /Лек/	6	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.8	Многоступенчатые защиты, понятие о ступени селективности, принципы действия токовых защит /Пр/	6	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.9	Продольная дифференциальная защита линий, поперечная дифференциальная токовая защита параллельных линий /Лек/	6	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	

1.10	Максимальная токовая защита линий электропередачи с односторонним питанием /Лаб/	6	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.11	Зоны действия ТО и МТЗ,повышение чувствительности максимальной токовой защиты /Пр/	6	3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.12	Защиты от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной и эффективно заземленной нейтралью /Ср/	6	79	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
1.13	/Зачёт/ /Лек/	6	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
	Раздел 2.						
2.1	Релейная защита трансформаторов различных типов /Лек/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	

2.2	Релейная защита электродвигателей, зоны действия защит на асинхронных и синхронных двигателях /Лаб/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
2.3	Сравнительный анализ различных видов реле, микропроцессорная техника, применяемая в схемах РЗ /Ср/	7	60	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
2.4	Защита высоковольтных электродвигателей от КЗ между фазами, типовые схемы МТЗ, расчет уставок /Ср/	7	59	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
2.5	Области автоматизированного управления состояниями схем питания потребителей и электроприемников /Лек/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
2.6	Автоматическая аварийная разгрузка трансформатора, автоматическое управление режимами трансформатора, автоматическое регулирование коэффициента трансформации /Лаб/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
2.7	Общие сведения о системах телемеханики. Целесообразность применения ТМ, виды устройств. Типовые комплектные устройства телемеханики /Ср/	7	64	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	

2.8	Перспектива дальнейшего развития релейной защиты, автоматики и телемеханизации систем электроснабжения /Пр/	7	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	
2.9	/Экзамен/ /Ср/	7	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Список контрольных вопросов к экзамену

1. Цели и задача курса «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».
2. Принцип действия максимальных токовых защит линии электропередачи. Принцип построения схем максимальных защит линий на постоянном оперативном токе. Расчёт тока срабатывания МТЗ линии.
3. МТЗ трехобмоточных трансформаторов. Типовые схемы, расчёт уставок. Необходимость применения направленных МТЗ на одной из сторон трёхобмоточного трансформатора.
4. Виды повреждений в электрических системах. Назначение устройств релейной защиты в системах электроснабжения промпредприятий.
5. Виды повреждений и ненормальных режимов силовых трансформаторов и типы защит. Определение основных и резервных защит.
6. Основные требования, предъявляемые к релейной защите. Дать формулировку, объяснить смысл каждого требования.
7. Принцип согласования уставок срабатывания МТЗ радиальных линий с реле индукционной системы.
8. Защита трансформаторов от сверхтоков МТЗ трансформаторов. Типовые схемы, расчет уставок защиты.
9. Структурные элементы схемы защиты, типы реле и их разновидности. Способы изображения релейных схем.
10. МТЗ радиальных линий с пуском от минимального напряжения: типовая схема, расчет уставок. Назначение блокировки по напряжению в схемах МТЗ.
11. Причины появления токов небаланса в дифференциальных защитах трансформаторов, количественный и качественный анализы составляющих небаланса.
12. Источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток, способы выпрямления переменного тока для питания оперативных цепей. Типовые блоки питания.
13. Принцип построения схем токовых отсечек радиальных линий. Расчет тока срабатывания токовых отсечек. Принципиальное отличие токовых отсечек от МТЗ.
14. Способы воздействия защиты на выключатель. Типовые схемы, области применения. Достоинства и недостатки различных способов.
15. Принцип действия токовых отсечек радиальных ЛЭП. Отличие токовых отсечек от МТЗ.
16. Принцип действия и устройство электромагнитных реле; промежуточные реле, реле времени, сигнальные реле; назначение указанных реле. Основные эксплуатационные параметры реле.
17. Токовые отсечки на линиях с односторонним питанием. Зона действия ТО. Обеспечение селективности токовых отсечек.
18. Принцип действия и основные электромеханические характеристики реле тока электромагнитной системы. Коэффициент возврата. Регулировка тока срабатывания.
19. Неселективные токовые отсечки радиальных линий. Назначение, область применения. Типовые отсечки с выдержкой времени.
20. Принцип действия и устройство газовых защит силовых трансформаторов. Основные требования монтажа газовых защит.
21. Определение термина: ток срабатывания, коэффициент возврата реле тока электромагнитной системы. Требования к величине коэффициента возврата.
22. Трансформаторы напряжения в устройствах РЗ. Погрешности измерения. Типовые схемы соединения.
23. Особенности защиты силовых трансформаторов без выключателей на стороне высшего напряжения. Типовая схема. Блокировка защиты с ОД и КЗ.
24. Способы повышения надежности реле электромагнитной системы, особенно для реле напряжения (снижение

вибрации).

25. Общие требования к защите высоковольтных электродвигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы эл. двигателей.

26. Принцип действия реле индукционной системы, физика образования вращающего момента. Область применения реле. Временная характеристика.

27. Защита высоковольтных электродвигателей от КЗ между фазами. Типовые схемы МТЗ, расчет уставок. Чувствительность защиты.

28. Индукционное реле тока, рабочие характеристики реле, достоинства и недостатки реле. Области применения реле.

29. Схемы и принцип действия токовых направленных защит в сетях с двух-сторонним питанием. Обоснование необходимости применения направленных токовых защит в сетях с двухсторонним питанием.

30. Дифзащита высоковольтных электродвигателей. Типовые схемы, расчет уставок. Область применения. Чувствительность защиты.

31. Сравнительный анализ достоинств и недостатков реле тока электромагнитной и индукционной системы. Области применения реле электромагнитной и индукционной систем.

32. Защита высоковольтных электродвигателей от перегрузки, расчет уставок. Типовая схема защиты.

33. Область применения и назначение реле мощности; конструкция и принцип действия индукционных реле мощности.

34. Защита от замыкания на землю в сетях с глухозаземленной нейтралью. Типовые схемы, расчет тока срабатывания.

35. Защита электродвигателей от понижения напряжения. Типовые схемы групповых защит, расчет уставок срабатывания по напряжению.

36. Типы реле мощности в зависимости от угла внутреннего сдвига реле. Основные характеристики реле, угловая характеристика реле.

37. Токовые направленные защиты нулевой последовательности в сетях с глухозаземленной нейтралью. Назначение, область применения.

38. Виды повреждений и ненормальных режимов работы синхронных двигателей. Краткая характеристика защит от внутренних повреждений и ненормальных режимов.

39. Принцип выполнения защит от замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью; защиты с ТНП.

40. Требования и условия предъявляемые к пуску устройств АВР и расчет их параметров.

41. Назначение и принцип действия продольных дифференциальных защит ЛЭП. Токи небаланса в дифзащитах ЛЭП (продольных).

42. Анализ работы типовой схемы АВР трансформаторов на примере типовой схемы.

43. Общие конструктивные принципы выполнения продольной дифзащиты линий, типовые схемы. Область применения, принципы отстройки от токов небаланса в продольных дифференциальных защитах.

44. Анализ особенностей трансформаторов тока, используемых в схемах РЗ, требования, предъявляемые к точности трансформаторов тока. Причины обуславливающие погрешности трансформаторов тока, виды погрешностей.

45. Принцип действия поперечной дифференциальной защиты линий. Мертвая зона защиты, типовая схема. Область применения поперечных защит.

46. Токовые отсечки силовых трансформаторов. Типовые схемы, расчет уставок срабатывания. Область применения. Чувствительность защиты.

47. Требования к точности трансформаторов тока, питающих релейную защиту. Кривые предельной кратности. Выбор трансформаторов тока для устройств РЗ. Типовые схемы соединения ТТ в релейных устройствах, чувствительность схем, коэффициент схемы.

48. Направленная поперечная дифзащита линий. Типовая схема защиты, принцип действия. Область применения. Мертвая зона. Расчет уставок.

49. Анализ схемы соединения защиты с одним реле, включенным на разность токов двух фаз. Область применения схемы.

50. Токовые направленные защиты нулевой последовательности в сетях с глухозаземленной нейтралью. Области применения.

51. Требования, предъявляемые к устройствам АЧР и расчет их параметров: АЧР-1 и АЧР-2. Типовые схемы, назначение и области применения.

52. Принцип действия максимальных токовых защит линий электропередач. Принцип построения схем максимальных защит на постоянном оперативном токе. Назначение элементов схемы.

53. Назначение и принцип действия продольных дифференциальных защит ЛЭП. Токи небаланса в дифзащитах ЛЭП (продольных). Область применения защиты.

54. Устройства автоматического регулирования напряжения : назначение, область применения, типовые схемы. Смысл и необходимость встречного регулирования.

55. Токовые отсечки на линиях с односторонним питанием. Зона действия ТО. Обеспечение селективности токовых отсечек.

56. Дифзащита электродвигателей. Типовые схемы, расчет уставок. Области применения дифзащиты.

57. Общие сведения о системах телемеханики. Целесообразность применения ТМ. Виды устройств ТМ. Принципы передачи сигналов телемеханики по каналам связи. Типовые комплектные устройства телемеханики.

58. Способы повышения надежности реле электромагнитной системы, особенно для реле напряжения (снижение вибрации).

59. Анализ величин токов и напряжений при однофазном замыкании на землю в сети с изолированной и компенсированной нейтралью.

60. Требования, предъявляемые к устройствам АПВ. Расчет основных параметров АПВ. Уставки срабатывания устройств АПВ.

5.2. Темы письменных работ

1. МТЗ радиальных линий с пуском от минимального напряжения: типовая схема, расчет уставок. Назначение блокировки

по напряжению в схемах МТЗ.

2. Причины появления токов небаланса в дифференциальных защитах трансформаторов, количественный и качественный анализы составляющих небаланса.

3. Источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток, способы выпрямления переменного тока для питания оперативных цепей. Типовые блоки питания.

4. Принцип построения схем токовых отсечек радиальных линий. Расчет тока срабатывания токовых отсечек. Принципиальное отличие токовых отсечек от МТЗ.

5. Способы воздействия защиты на выключатель. Типовые схемы, области применения. Достоинства и недостатки различных способов.

6. Принцип действия токовых отсечек радиальных ЛЭП. Отличие токовых отсечек от МТЗ.

7. Принцип действия и устройство электромагнитных реле; промежуточные реле, реле времени, сигнальные реле; назначение указанных реле. Основные эксплуатационные параметры реле.

8. Токовые отсечки на линиях с односторонним питанием. Зона действия ТО. Обеспечение селективности токовых отсечек.

9. Принцип действия и основные электромеханические характеристики реле тока электромагнитной системы. Коэффициент возврата. Регулировка тока срабатывания.

10. Неселективные токовые отсечки радиальных линий. Назначение, область применения. Типовые отсечки с выдержкой времени.

5.3. Фонд оценочных средств

1. Цели и задача курса «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

2. Принцип действия максимальных токовых защит линии электропередачи. Принцип построения схем максимальных защит линий на постоянном оперативном токе. Расчет тока срабатывания МТЗ линии.

3. МТЗ трехобмоточных трансформаторов. Типовые схемы, расчет уставок. Необходимость применения направленных МТЗ на одной из сторон трёхобмоточного трансформатора.

4. Виды повреждений в электрических системах. Назначение устройств релейной защиты в системах электроснабжения промпредприятий.

5. Виды повреждений и ненормальных режимов силовых трансформаторов и типы защит. Определение основных и резервных защит.

6. Основные требования, предъявляемые к релейной защите. Дать формулировку, объяснить смысл каждого требования.

7. Принцип согласования уставок срабатывания МТЗ радиальных линий с реле индукционной системы.

8. Защита трансформаторов от сверхтоков МТЗ трансформаторов. Типовые схемы, расчет уставок защиты.

9. Структурные элементы схемы защиты, типы реле и их разновидности. Способы изображения релейных схем.

10. МТЗ радиальных линий с пуском от минимального напряжения: типовая схема, расчет уставок. Назначение блокировки по напряжению в схемах МТЗ.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Контрольные вопросы, защита отчетов по лабораторным работам, отчет о самостоятельной работе, текущая аттестация

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1 MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)

6.3.1.2 MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1 Онлайн платформа ЗГУ (<https://learn.norvuz.ru/>)

6.3.2.2 Электронная библиотека ЗГУ (<http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp>)

6.3.2.3 Электронно-библиотечная система Лань (<https://e.lanbook.com>)

6.3.2.4 Цифровая библиотека IPRsmart (<https://www.iprbookshop.ru>)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Аудитория, в которой проводится занятия должна быть оснащена мультимедийным оборудованием (компьютер с

7.2 доступом в «Интернет», проектор, колонки).

7.3 В случае проведения процедуры сдачи зачетов с применением дистанционных образовательных технологий

7.4 должно быть дополнительно обеспечено оборудование (видеокамера, микрофоны и проч.) для фиксации хода

7.5 проведения аттестационного испытания.

7.6 Для подготовки обучающимся предоставляются помещения для самостоятельной работы, оснащенные

7.7 компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной

7.8 информационно-образовательной среде университета.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда,

позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и лабораторных), работа над которыми обладает определенной спецификой.

Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно записывать на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к каждому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении лабораторных работ и самостоятельных работ.

В процессе подготовки к занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме

Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Методические указания для преподавателей

Рекомендуемые средства, методы обучения, способы учебной деятельности, применение которых для освоения конкретных модулей рабочей учебной программы наиболее эффективно:

– обучение теоретическому материалу рекомендуется основывать на основной и дополнительной литературе, изданных типографским или электронным способом конспектах лекций; рекомендуется в начале семестра ознакомить студентов с программой дисциплины, перечнем теоретических вопросов для текущего промежуточного и итогового контроля знаний, что ориентирует и поощрит студентов к активной самостоятельной работе;

- рекомендуется проводить лекционные занятия с использованием мультимедийной техники (проектора). На первом занятии до студентов должны быть доведены требования к освоению разделов дисциплины, правила выполнения и сдачи лабораторной работы, индивидуального задания (проверочной работы) (ИЗ/ПР), перечень рекомендуемой литературы. Желательно провести обзор тем, которые будут изучены в течение семестра с тем, чтобы студенты более осознанно

подходили к выполнению самостоятельной работы и выполнения ИЗ/ПР. Также часть занятий проводятся в активной и интерактивной форме.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации и т.д.

Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.