


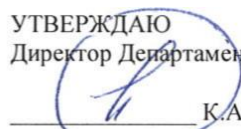


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Н.И. Игнатъев

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента энергетических систем


(подпись) К.А. Штым
22 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Организация и управление инжинирингом электроэнергетических систем
Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 1
лекции 18 час.
практические занятия 54 час.
лабораторные работы не предусмотрены
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
самостоятельная работа 108 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
зачет не предусмотрен
экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №147.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от 22 декабря 2021 г. №3.

Директор департамента
Составители: доцент
ст. преподаватель

К.А. Штым
В.А. Кислюков
Н.И. Игнатъев

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является подготовка магистров к производственной деятельности в условиях:

- электроэнергетических предприятий;
- электрических станций и подстанций;
- проектно-конструкторских организаций, занимающихся вопросами проектирования, монтажа, ремонта и эксплуатации электроэнергетических систем и вторичного электроэнергетического оборудования.

Задачи дисциплины:

- освоение методов расчетов токов короткого замыкания для выбора и обоснования микропроцессорных РЗ и А;
- изучение нормативных и инструктивных документов, регламентирующих предотвращение аварий и их развития.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологическая	ПК-3 – Способен применять методы анализа вариантов управляющих воздействий для корректировки режимов и параметров электроэнергетических систем	ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем
		ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности
		ПК-3.3 – Оценивает достаточность мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем	Знает нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистемы
	Умеет анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики
	Владеет навыками определения объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем
ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности	Знает способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности
	Умеет определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности
	Владеет навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности
ПК-3.3 – Оценивает достаточность мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	Знает критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме
	Умеет осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме
	Владеет навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Форма обучения – очная.

Структура дисциплины, виды учебных занятий и работы обучающегося представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Раздел 1. Основные положения по РЗА ЭС	1	6	-	12	-	72	36	экзамен
2	Раздел 2. Релейная защите и автоматика ЭС	1	12	-	42	-	72	36	
Итого:		1	18	-	54	-	72	36	экзамен

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 часов)

Раздел 1. Основные положения по РЗА ЭС (6 часов)

Тема 1. Современное состояние развития РЗА, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (2 часа)

Современное состояние развития РЗА. История отрасли релейной защиты. Особенности РЗА от используемой аппаратной базы. Последние тенденции развития и пути совершенствования РЗА.

Тема 2. Нормативная база для проектирования РЗА и требования (4 часа)

Перечень, состав и содержание ГОСТ-от из ЕСКД, относящихся к проектированию РЗА. Отраслевые стандарты и руководящие документы по проектированию РЗА. Общие требования к МП РЗА в части условий эксплуатации и технического обслуживания.

Раздел 2. Релейная защита и автоматика ЭС (12 часов)

Тема 3. Типовые структурные схемы микропроцессорных устройств РЗА, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (6 часов)

Классификация защитных функций по стандартам ANSI/IEEE. Основные положения по выполнению микропроцессорных устройств и систем РЗА. Общие требования к техническим средствам и программному обеспечению МП РЗА. Требования к выполнению структурных и функциональных схем. Общие требования. Переключатели внешних цепей. Информация для АСУ ТП. Оперативный ток. Функциональные схемы защит и автоматики элементов электрической сети 330-750 кВ. Защиты ЛЭП 330-750кВ. Защита ошинок 330-750кВ. Действие защит. УРОВ. Переключающие устройства схемы ДЗО. Релейная защита автотрансформатора 330-750 кВ. Релейная защита шунтирующего реактора. Функциональные схемы защит и

автоматики элементов электрической сети 110-220 кВ. Защиты и АПВ транзитной ВЛ 110-220 кВ. Защиты и АПВ тупиковой ВЛ 110-220 кВ. Дифференциальная защита и УРОВ систем (секций) шин 110-220 кВ. Защиты и АПВ МШВ (МСВ) 110-220 кВ. Защиты и АПВ автотрансформатора 110-220 кВ.

Тема 4. Системы автоматизированного проектирования РЗА (4 часа)

Обзор графических редакторов для выполнения графической части проектов: Autocad; Visio; Компас; NanoCad. Основные назначения графических пакетов, модификации, возможности и адаптированность к проектированию РЗА. САПР E-plan. САПР BricsCad.

Тема 5. Программы расчётов в РЗА и ПА. Схемы вторичных соединений РЗА (2 часа)

Универсальный пакет расчётных программ «АНАРЕС». Программа расчётов для РЗА «Дакар». Программа расчётов для РЗА и ПА «Мустанг». Типовые схемы вторичных цепей в распределительных устройствах с электромеханическими РЗА. Центральная сигнализация в схемах с цифровыми РЗА. Устройства сбора информации, не передаваемой через ЦРЗА. Выбор напряжения питания вторичных цепей. Маркировка вторичных цепей. Правила составления рядов зажимов. Буквенные коды наиболее распространенных элементов в электрических схемах.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (54 часа)

Раздел 1. Основные положения по РЗА ЭС (12 часов)

Занятие 1. Структура современного проектирования РЗА, с использованием метода активного обучения – «дискуссия» (4 часа)

1. Структура проектирования.
2. Особенности учебного проектирования и его отличия от реального.
3. Система обеспечения качества проектирования.

Занятие 2. Нормативная база для проектирования РЗА и требования (8 часов)

1. Перечень, состав и содержание ГОСТ-ов из ЕСКД, относящихся к проектированию РЗА.
2. Отраслевые стандарты и руководящие документы по проектированию РЗА.
3. Общие требования к МП РЗА в части условий эксплуатации и технического обслуживания.

Раздел 2. Релейная защита и автоматика ЭС (42 часа)

Занятие 3. Типовые структурные схемы микропроцессорных устройств РЗА (6 часов)

1. Классификация защитных функций по стандартам ANSI/IEEE.
2. Основные положения по выполнению микропроцессорных устройств и систем РЗА.
3. Общие требования к техническим средствам и программному обеспечению МП РЗА.
4. Требования к выполнению структурных и функциональных схем. Общие требования.

Занятие 4. Типовые структурные схемы микропроцессорных устройств РЗА (6 часов)

1. Переключатели внешних цепей.
2. Информация для АСУ ТП.
3. Оперативный ток.

Занятие 5. Типовые структурные схемы микропроцессорных устройств РЗА (6 часов)

1. Функциональные схемы защит и автоматики элементов электрической сети 330-750 кВ.
2. Защиты ЛЭП 330-750кВ.
3. Защита ошинок 330-750кВ.

Занятие 6. Типовые структурные схемы микропроцессорных устройств РЗА (6 часов)

1. УРОВ.
2. Переключающие устройства схемы ДЗО.
3. Релейная защита автотрансформатора 330-750 кВ.
4. Релейная защита шунтирующего реактора.

Занятие 7. Типовые структурные схемы микропроцессорных устройств РЗА, с использованием метода активного обучения – «дискуссия» (6 часов)

1. Функциональные схемы защит и автоматики элементов электрической сети 110-220 кВ.
2. Защиты и АПВ транзитной ВЛ 110-220 кВ.
3. Защиты и АПВ тупиковой ВЛ 110-220 кВ.
4. Дифференциальная защита и УРОВ систем (секций) шин 110-220 кВ.
5. Защиты и АПВ МШВ (МСВ) 110-220 кВ.
6. Защиты и АПВ автотрансформатора 110-220 кВ.

Занятие 8. Системы автоматизированного проектирования РЗА (2 часа)

Обзор графических редакторов для выполнения графической части проектов:

1. Autocad.
2. Visio.
3. Компас.

Занятие 9. Программы расчётов в РЗА и ПА (6 часов)

1. Универсальный пакет расчётных программ «АНАРЕС».
2. Программа расчётов для РЗА «RastrWin3».
3. Программа расчётов для РЗА и ПА «Мустанг».

Занятие 10. Схемы вторичных соединений РЗА (4 часа)

1. Типовые схемы вторичных цепей в распределительных устройствах с электромеханическими РЗА.
2. Центральная сигнализация в схемах с цифровыми РЗА.
3. Устройства сбора информации, не передаваемой через ЦРЗА.
4. Выбор напряжения питания вторичных цепей.
5. Маркировка вторичных цепей.

Самостоятельная работа (108 часа)

Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде выполнения следующих этапов курсовой работы:

1. Используя схему с исходными данными написать техническое задание на проектирование в соответствии с приказом ОАО «ФСК ЕЭС» №87 (4 часа).

2. На основе схемы и нагрузок задать и определить перетоки мощности в нормальной и ремонтных схемах (4 часа).

3. По полученным перетокам определить сечения проводов ВЛ и их параметры, выбрать номинальные мощности трансформаторов или автотрансформаторов (4 часа).

4. Составить эквивалентную расчётную схему сети (4 часа).

5. Рассчитать токи коротких замыканий на шинах всех подстанций (4 часа).

6. Определить варианты исполнения основных и резервных комплектов защит всех линий. Расставить защита по сети с обеспечением установки идентичных полуккомплектов основных защит противоположных концах линий (4 часа).

7. Определить зоны контроля и действия выбранных защит (4 часа).

8. На основе схемы по заданию нарисовать полную схему центральной подстанции с использованием документа № 278 тм. «Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ» (4 часа).

9. Согласно требованиям нормативной документации (ПУЭ и 16581 тм. «Разработка типовых структурных схем микропроцессорных устройств РЗА на объектах ОАО «ФСК ЕЭС»») для представленной схемы сети определить варианты защит и автоматик, а также каналы связи между полуккомплектами защиты, расположенными на противоположных концах линий выбранной подстанции (4 часа).

10. Для обеспечения РЗА необходимым составом и качеством измерительных сигналов, определить и задать места расстановки измерительных трансформаторов тока и напряжения (4 часа).

11. Распределить выбранные функции РЗА по измерительным трансформаторам тока и напряжения (4 часа).

12. Предусмотреть и показать объём и места снятия информации в АСУ-ТП (4 часа).

13. Указать адреса действия защит и автоматик (4 часа).

14. Определить весь необходимый состав вторичной коммутационной аппаратуры (4 часа).

15. Составить расчётную схему замещения контролируемого объекта и прилегающей сети. Рассчитать токи КЗ для указанных защит для указанных защит (4 часа).

16. Произвести выбор аппаратуры РЗА и дать обоснование сделанному выбору (4 часа).

17. Проработать вопрос оперативных цепей РЗА (4 часа).

18. Подготовить записки и чертежи к сдаче на проверку (4 часа).

1. Подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с вопросами к экзамену (36 часов).

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Цель курсового проектирования – развитие навыков самостоятельного мышления при решении инженерных задач.

В курсовой работе по дисциплине «Основы проектирования релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем» магистрант должен спроектировать релейную защиту для заданной энергосистемы.

Курсовая работа включает в себя:

- расчет токов КЗ в минимальном и максимальном режимах;
- расчет уставок защиты трансформатора;
- расчет уставок защиты сборных шин;
- расчет уставок защиты линий электропередач;
- выбор трансформаторов тока для релейной защиты;
- описание работы схемы резервирования отказа выключателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку и чертежи:

- расстановка устройств РЗА по сети.
- главная схема подстанции с прилегающей сетью со схемой расстановки функций РЗА по трансформаторам тока и напряжения.
- функционально структурная схема указанной защиты присоединений по числу заданных защит.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на КР;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка

выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8-10 страниц, а для РГР (КР) 30 – 40 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами

и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно;

✓ 85-76 баллов – работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы;

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы;

✓ 60 баллов и ниже – работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Основные положения	ПК-3.3 – Оценивает достаточнос	Знает критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих	Выполнение этапов 1-6	Экзамен. Вопросы 1-21 перечня

	я по РЗА ЭС	ть мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	курсовой работы	типовых экзаменационных вопросов
			Умеет осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме		
			Владеет навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима		
2	Раздел 2. Релейная защита и автоматика ЭС	ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем	Знает нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистемы	Выполнение этапов 7-18 курсовой работы	Экзамен. Вопросы 22-66 перечня типовых экзаменационных вопросов
			Умеет анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики		
			Владеет навыками определения объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем		
		ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения	Знает способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности		

		резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объема резерва мощности	Умеет определять объем и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объема резерва мощности		
		о объема резерва мощности	Владеет навыками определения объема и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объема резерва мощности		

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / М.В. Андреев [и др.]. — Томск : Томский политехнический университет, 2018. — 167 с. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/98969.html>

2. Куксин А.В. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / Куксин А.В.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 215 с. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/94929.html>

3. Агафонов А.И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / Агафонов А.И., Бростилова Т.Ю., Джазовский Н.Б.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 300 с. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/98355.html>

4. Ершов А.М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие для практических расчетов / Ершов А.М.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 608 с. -Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/98353.html>

Дополнительная литература

1. Копьев В.Н. Релейная защита основного электрооборудования электростанций и подстанций. Вопросы проектирования: Учебное пособие. - Томск: ТПУ, 2005. - 107 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/143/57143>
2. Кислюков В.А. Основы проектирования релейной защиты и автоматики: учебно-методический комплекс, – Владивосток.: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. - 214 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:384639&theme=FEFU>
3. Бодрухина С.С. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей в вопросах и ответах : учебно-практическое пособие, – М.: КноРус, 2013. - 158 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:670939&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. Копьев В.Н. Релейная защита основного электрооборудования электростанций и подстанций. Вопросы проектирования: Учебное пособие. – Электронный ресурс. – URL: <http://window.edu.ru/resource/143/57143> – Томск: ТПУ, 2005. – 107 с.
2. Советы бывалого релейщика : [сайт]. – Москва, 2012. – Текст. Изображение : электронные. – URL : <http://www.rzia.ru>.
3. Форум режимщиков : [сайт]. – Москва, 2010. – Текст. Изображение : электронные. – URL : <http://regimov.net/forum>.
4. Проектант : [сайт]. – Москва, 2008. – Текст. Изображение : электронные. – URL : <http://www.proektant.org/index.php?board=441.0>.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Программа для составления алгоритмов ИК «НПФ «Прософт-Системс» – Soft-Cons.
2. Программа настройки, конфигурации и обслуживания алгоритмов ПА от ИК «НПФ «Прософт-Системс» SignW.
3. Справочник по релейной защите и автоматике Вячеслава Кулешова.: г. Псков, 2004 г.
4. Универсальный пакет расчётных программ «АНАРЕС» (Демонстрационная версия).
5. Универсальный пакет расчётных программ «RastWin3» (Полнофункциональная на 60 узлов учебная версия).
6. Программа расчётов для РЗА «Дакар». (Демонстрационная версия).
7. Программа расчётов для РЗА и ПА «Мустанг». (Демонстрационная версия).
8. Программное обеспечение фирм ЭКРА, НПО «Механотроника». Компьютерный класс оснащён прикладными программами необходимыми для работы с текстами и чертежами.

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматике» отводится 72 часа аудиторных занятий и 108 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), метода активного обучения «дискуссия»;

- **практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практических занятиях преподаватель дает методику расчётов режимов сети, ТКЗ и уставок РЗ. Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами. После выполнения задания студент защищает его преподавателю в назначенное время;

- **самостоятельная работа** в виде выполнения курсовой работы.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	--

<p>Кабинет научно-исследовательской работы студентов и магистров Департамент энергетических систем, ауд. Е550</p>	<p>Анализатор показателей качества электрической энергии АПКЭ-1, Определитель места повреждения "ИМФ-3Р", Источник постоянного напряжения GW Instek GPR-25H30D, Трассодефектоискатель "Сталкер -75-02", Виброанализатор "Корсар ++", Измеритель напряженности поля промышленной частоты "ПЗ-50В", Инфракрасный термометр (пирометр) "Fluke 576" Учебный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» НТЦ-01.00.000, Учебный лабораторный стенд «Электрические машины» НТЦ-03.00, Учебный лабораторный стенд «Теоретические основы электротехники» НТЦ-06.200, Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики (резервированный) с комплектом адаптированных «МКПА», Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики «МКПА. Резервный шкаф», цифровое устройство передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики «УПК-Ц», Лабораторный стенд «Электрические измерения» НТЦ-08</p>	<p>--</p>
<p>Компьютерный класс, Департамент энергетических систем,</p>	<p>Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3-4160T, 4GB DDR3-1600</p>	<p>– AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного</p>

ауд. E524, E525	(1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1-1 Wty	проектирования и черчения; – Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключая возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt;
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	– Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов; – SOLIDWORKS 2017 – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения; – Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов; – Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов, включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг; – 7Zip 9.20 – свободный

		файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).
--	--	--

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
 - перечень типовых экзаменационных вопросов;
 - критерии выставления оценки студенту на экзамене (таблица 8);
 - типовые задания на курсовую работу;
 - критерии оценки курсовой работы;
 - примеры тестовых заданий;
 - критерии оценки выполнения тестирования.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
	знает (пороговый)	нормативные правовые акты и нормативно-техническую		
ПК-3 - Способен применять методы анализа	знает (пороговый)	нормативные правовые акты и нормативно-техническую	знать нормативные правовые акты и нормативно-	способность использовать нормативные правовые акты и

<p>вариантов управляющих воздействий для корректировки режимов и параметров электроэнергетических систем</p>		<p>документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистем; способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности; критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистем; способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности; критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистем; способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности; критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>
	<p>умеет (продвинутой)</p>	<p>анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики; определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы</p>	<p>уметь анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики; определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания</p>	<p>способность анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики; определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания</p>

		<p>энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>минимально необходимого объема резерва мощности; осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>минимально необходимого объема резерва мощности; осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками определения объема и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем; навыками определения объема и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объема резерва мощности; навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима</p>	<p>владеть навыками определения объема и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем; навыками определения объема и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объема резерва мощности; навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима</p>	<p>уровень владения навыками определения объема и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем; навыками определения объема и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объема резерва мощности; навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима</p>

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты курсовой работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме. Для проверки знаний для промежуточной аттестации студент проходит тестирование на 2-х вопросах и 8 билетах. Два вопроса предлагаются

студенту из набора тестовых вопросов. Два билета содержат небольшое расчётное задание, ответ на которое необходимо подтвердить соответствующими расчётами. Правильный ответ (с предоставленным расчётом) оценивается в 2 балла. Остальные 6 билетов требуют выбора правильного ответа, который оценивается в 1 балл. В итоге студент может набрать 10 баллов. Билеты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса.

Перечень типовых экзаменационных вопросов

1. Отличия ТЗ и ТУ.
2. Являются ли ПУЭ и ПТЭ руководящим документом для проектирования и почему. На каких этапах проектирования можно применять положения из ПТЭ.
3. Что из себя представляет ЕСКД. Чем отличается состав проектной документации ЭП и РД.
4. Почему без проведения конкурса на поставку оборудования не возможна стадия РД. Отличия закрытого и открытого конкурсов на поставку оборудования.
5. На какой стадии проектирования нужно учитывать совместимость оборудования.
6. Что представляет себя из кабельный журнал и на какой стадии проектирования он выполняется.
7. Достоинства и недостатки комплексной поставки оборудования.
8. Перечислить основной состав чертежей для раздела ПА. Перечислить основной состав чертежей для раздела РЗА.
9. Что показывается на схемах организации передачи аварийных сигналов и команд.
10. Какие характеристики оборудования и каким образом нужно проверять и согласовывать на совместимость.

11. Перечислить основные свойства РЗА. Дать определение селективности РЗА. Дать определение чувствительности РЗА. Дать определение статической устойчивости функционирования РЗА. Дать определение динамической устойчивости функционирования релейной защиты.

12. Дать определение надёжности РЗА. Что для РЗА понимается под надёжностью срабатывания и надёжностью несрабатывания. Чем различаются аппаратный отказ и принципиальный отказ РЗА.

13. Привести общие требования по выполнению МП РЗА и ПА. Перечислить требования к техническим средствам МП РЗА. Какие требования предъявляются к программному обеспечению МП РЗА. Отличия закрытого и открытого конкурсов на поставку оборудования.

14. Что из себя представляют оперативные элементы местного контроля. Каков должен быть объем регистрации и протоколирования.

15. Назовите основные параметры надежности, которыми должны обладать МП РЗА.

16. Почему к интерфейсам связи РЗА с верхним уровнем АСУ ТП важно предъявлять какие-либо требования. Укажите требования к выходным контактным устройствам.

17. Какой руководящий документ является основным для соблюдения требования к МП РЗА в части условий эксплуатации и технического обслуживания.

18. Что такое помехозащищенность МП РЗА.

19. Какие требования предъявляются к устройствам питания оперативным током.

20. Перечислить требования к электробезопасности МП РЗА. Требование к пожаробезопасности МП РЗА. Требования к техническому обслуживанию МП РЗА.

21. Почему необходимо выполнять требования к ремонту и ремонтпригодности МП РЗА. Для чего предназначены устройства связи МП РЗА с проверочными устройствами.

22. Назначение стандарта ANSI/IEEE C37.2-1996. Чем отличаются функции с индексом N и без него. Чем отличаются функции токовых защит с обозначениями « >> » и « > ». Перечислить номера и обозначения всех функций токовых защит. Перечислить номера и обозначения всех функций дистанционных защит. Привести примеры комбинации функций МП РЗА.

23. Объяснить необходимость типовых материалов (ТМ) по проектированию. Перечислить главные разделы ТМ. Указать общие требования к ТМ.

24. Какая информация МП РЗА для АСУ ТП является обязательной.

25. Какие элементы РУ 330-500 кВ относятся к ошиновке и почему их нужно защищать. Перечислить состав защит ошиновки РУ ВЛ 330-500 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему.

26. Назвать характеристики ДЗО ошиновки РУ 330-500 кВ. Каким образом выполнены цепи оперативного тока защит ошиновки РУ 330-500 кВ. В качестве какой защиты используется второй комплект ДЗО защит ошиновки РУ 330-500 кВ.

27. Чем отличаются действия защит в полно фазных и неполно фазных режимах.

28. Основные отличия вариантов выполнения защит автотрансформатора 330-500 кВ. Перечислить состав защит автотрансформатора 330-500 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему.

29. Назвать характеристики продольной дифференциальной защиты трансформатора 330-500 кВ. Каких защит установленных на трансформаторе не имеется в стандарте IEEE C37.2-1996. Сколько комплектов защит трансформатора 330-500 кВ устанавливается по первому варианту. Назвать адреса действия защит.

30. Что такое КИВ и как он осуществляется.

31. Каким образом выполнены цепи оперативного тока защит ВЛ 330-500 кВ. Какая информация передаётся в АСУ ТП.

32. Назначение шунтирующего реактора и какова его базовая конструкция. Перечислите состав защит ШР 330-500 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему.

33. Назвать характеристики продольной дифференциальной защиты ШР 330-500 кВ. Каких защит установленных на трансформаторе не имеется в стандарте IEEE C37.2-1996.

34. Сколько комплектов защит ШР 330-500 кВ устанавливается. Назвать адреса действия защит.

35. Основные отличия вариантов выполнения защит транзитных ВЛ 110-220 кВ. Перечислить состав защит каждого варианта транзитных ВЛ 110-220 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему.

36. Каким образом выполнено УРОВ каждого варианта транзитных ВЛ 110-220 кВ.

37. В чём различия выполнения ОАПВ и ТАПВ защит транзитных ВЛ 110-220 кВ.

38. Привести характеристики дистанционной защиты транзитных ВЛ 110-220 кВ.

39. Привести характеристики ступенчатой токовой защиты транзитных ВЛ 110-220 кВ.

40. В качестве какой защиты используется ДЗЛ во всех вариантах защит транзитных ВЛ 110-220 кВ.

41. Для каких защит и с какой целью используются сигналы «телеускорение» и «телеотключение».

42. Назначение НВЧЗ.

43. Каким образом выполнены цепи оперативного тока защит транзитных ВЛ 110-220 кВ.

44. Основные отличия вариантов выполнения защит тупиковых ВЛ 110-220 кВ. Перечислить состав защит каждого варианта тупиковых ВЛ 110-220 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему. Каким образом выполнено УРОВ каждого варианта тупиковых ВЛ 110-220 кВ.

45. Перечислить характеристики дистанционной защиты тупиковых ВЛ 110-220 кВ. Перечислить характеристики ступенчатой токовой защиты тупиковых ВЛ 110-220 кВ. В качестве какой защиты используется ДЗЛ в обоих вариантах защит тупиковых ВЛ 110-220 кВ.

46. Какие элементы РУ 110-220 кВ относятся к ошиновке и почему их нужно защищать. Перечислите состав защит шин РУ ВЛ 110-220 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему. Назовите характеристики ДЗО ошиновки РУ 110-220 кВ.

47. Каким образом выполняется УРОВ ошиновки РУ 110-220 кВ. Каким образом выполнены цепи оперативного тока защит ошиновки РУ 110-220 кВ. В качестве какой защиты используется второй комплект ДЗО защит ошиновки 110-220 кВ. Чем отличаются действия защит в полно фазных и неполно фазных режимах.

48. Перечислить состав защит МШВ 110-220 кВ. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему. Каким образом выполняется АПВ МШВ 110-220 кВ. Адреса действия защит МШВ 110-220 кВ. Каким образом выполнены цепи оперативного тока защит МШВ 110-220 кВ. Какая информация передаётся в АСУ ТП от защит МШВ 110-220 кВ.

49. Перечислить состав защит трансформатора 110-220 кВ.

50. Перечислить состав защит автотрансформатора 330-500 кВ третьего варианта. Какие из защит являются основными, а какие нет и почему.

51. Назовите характеристики продольной дифференциальной защиты трансформатора 110-220 кВ.

52. В качестве какой защиты трансформатора 110-220 кВ устанавливается дистанционная защита и каковы её характеристики. Назначение АПВ трансформатора 110-220 кВ и какие у неё адреса действия.

Каким образом выполнены цепи оперативного тока защит трансформатора 110-220 кВ. Какая информация передаётся в АСУ ТП защит трансформатора 110-220 кВ.

53. Чем принципиально должна отличаться САПР от графического редактора.

54. Назовите основные особенности графического редактора AutoCad.

55. Назовите основные особенности графического редактора MS Visio.

56. Основные достоинства и недостатки САПР Компас Электрик.

57. Основные достоинства и недостатки САПР EPLAN.

58. В чём главный недостаток программ СРЦА, Электрик и KZ-1000.

59. Основные возможности программы СРЦА.

60. Основные возможности программы Электрик.

61. Основные возможности программы KZ-1000.

62. Назначение ПВК АНАРЭС 2000.

63. Основные возможности ПВК АНАРЭС 2000.

64. Какие режимы можно рассчитывать на ПВК АНАРЭС 2000.

65. Назначение ПВК ДАКАР. Основные возможности ПВК ДАКАР.

Какие режимы можно рассчитывать на ПВК ДАКАР.

66. Сравните по основным характеристикам два ПВК АНАРЭС 2000 и ДАКАР.

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение,

		владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Типовые задания на курсовую работу

на тему: «Проектирование релейной защиты и автоматики
электроэнергетических объектов»

Схема № 1.

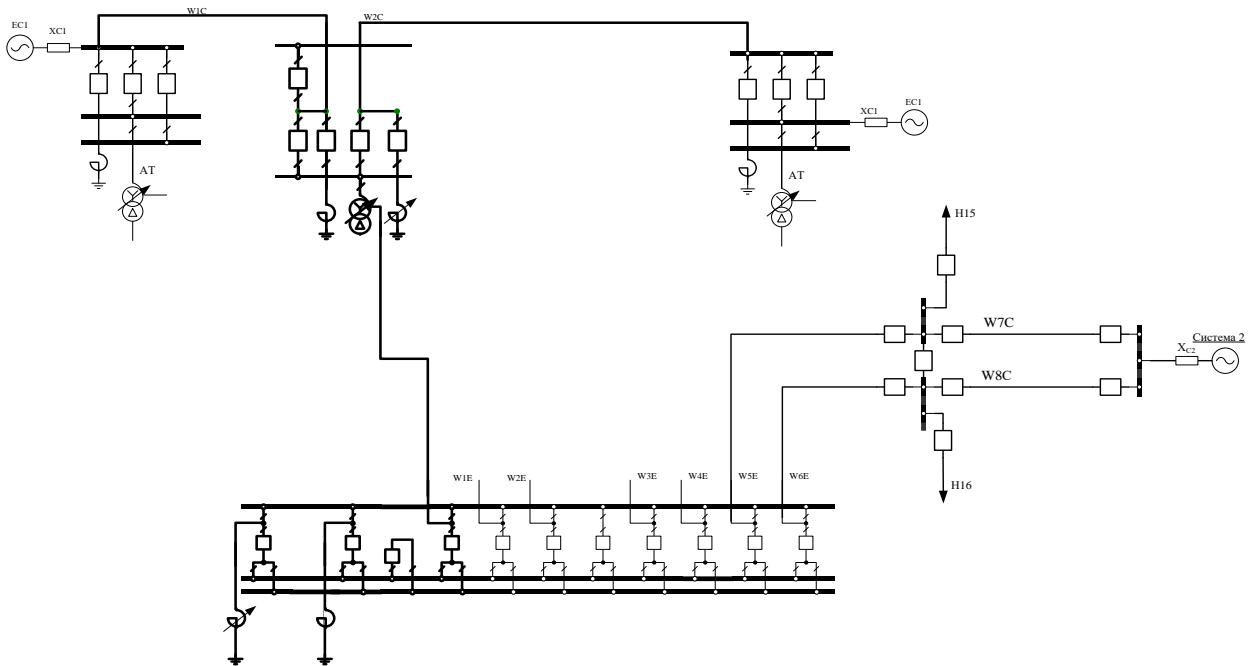


Рисунок 1 – Модернизация релейной защиты и автоматики ВЛ 500 кВ WC1 и WC2

Схема № 2.

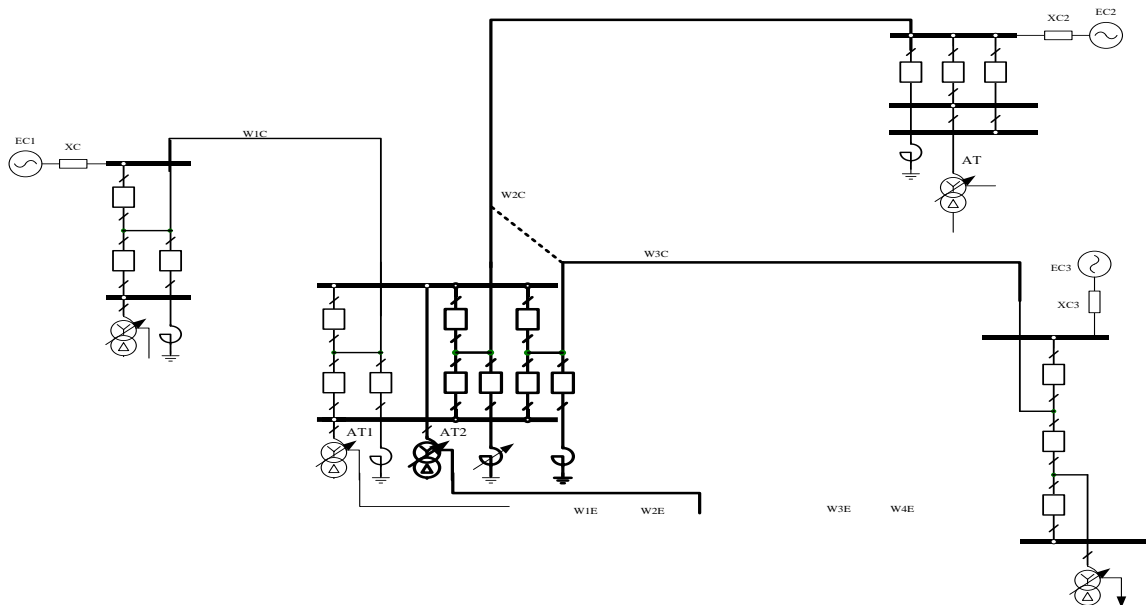


Рисунок 2 – Проектирование РЗА заходов на ПС 500 кВ и ВЛ 500 кВ W2C и W3C

Схема № 3.

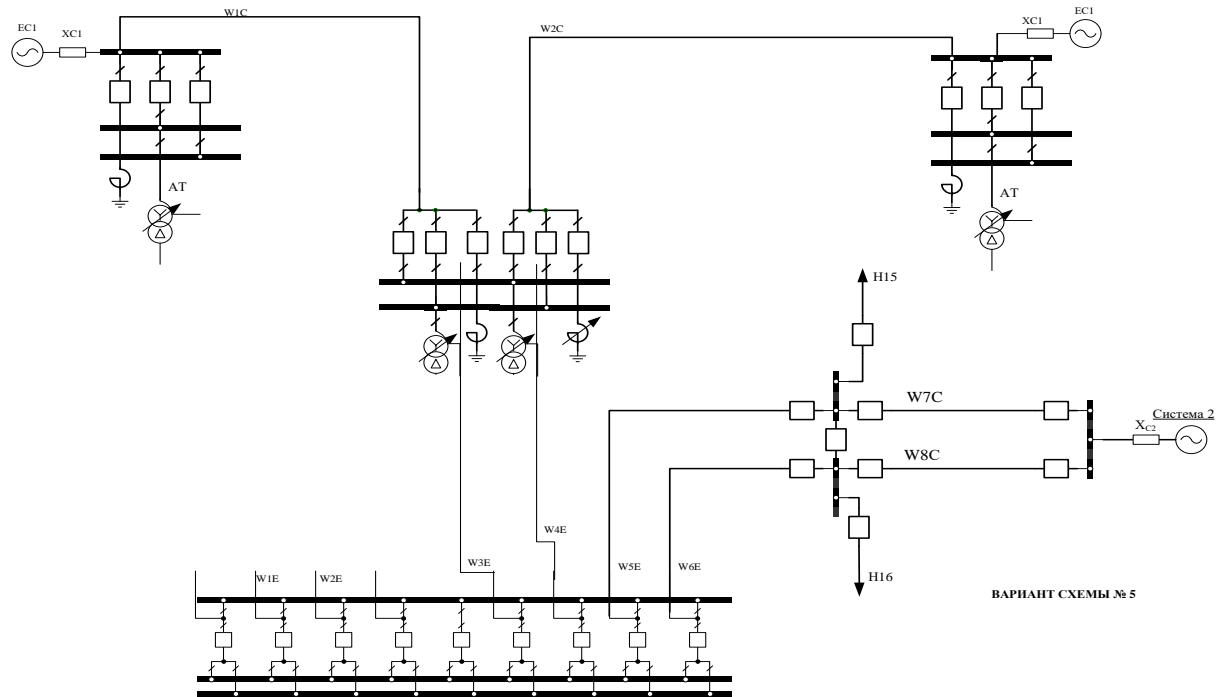


Рисунок 3 – Проектирование РЗА заходов на ПС 500 кВ и ВЛ 500 кВ W1C и W2C

Критерии оценки курсовой работы

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Примеры тестовых заданий

1. Какие защиты обладают абсолютной селективностью.

1) Защиты, которые могут срабатывать как резервные при повреждении на смежном участке, если это повреждение не отключается.

2) Защиты, которые имеют минимальную выдержку времени.

3) Защиты, которые по принципу действия срабатывают только при КЗ на защищаемом объекте.

4) Защиты, срабатывающие при всех видах металлических КЗ.

2. Какие защиты обладают относительной селективностью.

1) Защиты, которые могут срабатывать как резервные при повреждении на смежном участке, если это повреждение не отключается.

2) Защиты, которые имеют минимальную выдержку времени.

3) Защиты, которые по принципу действия срабатывают только при КЗ на защищаемом объекте.

4) Защиты, срабатывающие при всех видах металлических КЗ.

3. Как определяется коэффициент чувствительности $K_{\text{ч}}$ для минимальных защит.

$$1) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{макс}}}{P_{\text{сз}}},$$

$$2) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{мин}}}{P_{\text{сз}}}$$

$$3) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{сз}}}{P_{\text{мин}}},$$

$$4) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{сз}}}{P_{\text{макс}}},$$

где $P_{\text{сз}}$ – параметр срабатывания защиты (уставка);

$P_{\text{мин}}$ – минимальное значение входной воздействующей величины при КЗ в защищаемой зоне;

$P_{\text{макс}}$ – максимальное значение воздействующей величины при КЗ в защищаемой зоне.

4. Как определяется коэффициент чувствительности $K_{\text{ч}}$ для максимальных защит.

$$1) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{макс}}}{P_{\text{сз}}},$$

$$2) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{мин}}}{P_{\text{сз}}}$$

$$3) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{сз}}}{P_{\text{мин}}},$$

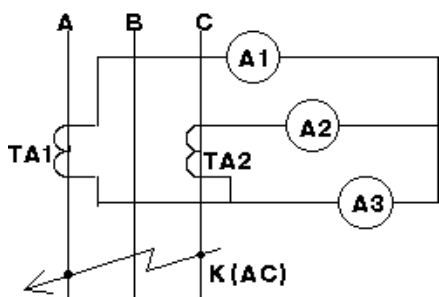
$$4) K_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{сз}}}{P_{\text{макс}}},$$

где $P_{\text{сз}}$ – параметр срабатывания защиты (уставка);

$P_{\text{мин}}$ – минимальное значение входной воздействующей величины при КЗ в защищаемой зоне;

$P_{\text{макс}}$ – максимальное значение воздействующей величины при КЗ в защищаемой зоне.

5. Определить токи, протекающие по амперметрам А1, А2, А3.

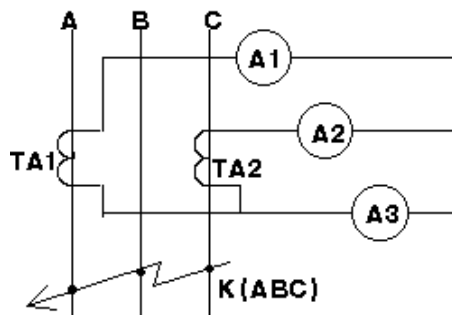


Ток двухфазного КЗ $I_{\text{к}}(\text{AC}) = 1 \text{ кА}$,
коэффициент трансформации
трансформаторов тока (ТА1, ТА2)

$K_{\text{T}}=100$.

- 1) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 10A$
- 2) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 0$
- 3) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 20A$
- 4) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 10\sqrt{3} A$

6. Определить показания амперметров А1, А2, А3.



Ток трехфазного КЗ $I_{к(ABC)} = 1кА$,
 коэффициент трансформации
 трансформаторов тока (ТА1, ТА2)
 $K_I=100$.

- 1) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 10A$
- 2) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 0$
- 3) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 20A$
- 4) $I_{A1} = 10A; I_{A2} = 10A; I_{A3} = 10\sqrt{3} A$

7. Способы уменьшения погрешности трансформаторов тока, применяемых для РЗ

- 1) Уменьшение коэффициента трансформации ТТ.
- 2) Увеличение длины соединительных проводов.
- 3) Уменьшение сечения соединительных проводов.
- 4) Уменьшение нагрузки на ТТ.

8. Допустимая погрешность трансформаторов тока (ε), применяемых для РЗ.

- 1) $\varepsilon \leq 0,5\%$.
- 2) $\varepsilon \leq 1\%$.
- 3) $\varepsilon \leq 5\%$.
- 4) $\varepsilon \leq 10\%$.
- 5) $\varepsilon \leq 20\%$.

9. Как определяется коэффициент возврата реле (K_B).

- 1) $K_B = K_{отс} \cdot I_{сз}$.
- 2) $K_B = I_B \cdot I_{ср}$.
- 3) $K_B = I_B / I_{ср}$.
- 4) $K_B = K_{сх} \cdot I_{ср}$.

Где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки; $I_{сз}$ – ток срабатывания защиты; $I_{ср}$ – ток срабатывания реле; I_B – ток возврата реле; $K_{сх}$ – коэффициент схемы.

10. Назначение промежуточных реле.

- 1) Для создания выдержки времени.
- 2) Для разделения цепей переменного тока и постоянного тока.
- 3) Для фиксации срабатывания РЗ.
- 4) Для усиления и размножения контактов.

11. Каким образом обеспечивается селективность максимальной токовой защиты.

- 1) Соответствующим выбором токов срабатывания.
- 2) Соответствующим выбором выдержек времени.
- 3) Соответствующим соединением обмоток реле.
- 4) Соответствующим изменением уставок тока.

12. Каким образом обеспечивается селективность токовых отсеков.

- 1) Соответствующим выбором токов срабатывания.
- 2) Соответствующим выбором выдержек времени.
- 3) Соответствующим соединением обмоток реле.
- 4) Соответствующим изменением уставок тока.

13. Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты.

- 1) $I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{Кмакс}$.
- 2) $I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{Рмакс}$.
- 3) $I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{Рмакс} / K_{в}$.
- 4) $I_{сз} = K_{отс} \cdot K_{з} \cdot I_{Рмакс} / K_{в}$.
- 5) $I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{сз}^I$.

Где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки; $I_{Кмакс}$ – максимальный ток КЗ на шинах противоположной подстанции; $I_{Рмакс}$ – максимальный рабочий ток; $K_{в}$ – коэффициент возврата; $I_{сз}^I$ – ток срабатывания мгновенной отсечки смежной линии.

14. Выбор тока срабатывания мгновенной токовой отсечки.

- 1) $I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{Кмакс}$.

$$2) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{р_{макс}}$$

$$3) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{р_{макс}} / K_{в}$$

$$4) I_{сз} = K_{отс} \cdot K_{з} \cdot I_{р_{макс}} / K_{в}$$

$$5) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{сз}^I$$

где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки; $I_{Кмакс}$ – максимальный ток КЗ на шинах противоположной подстанции; $I_{р_{макс}}$ – максимальный рабочий ток; $K_{в}$ – коэффициент возврата; $I_{сз}^I$ – ток срабатывания мгновенной отсечки смежной линии.

15. Выбор тока срабатывания токовой отсечки с выдержкой времени.

$$1) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{Кмакс}$$

$$2) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{р_{макс}}$$

$$3) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{р_{макс}} / K_{в}$$

$$4) I_{сз} = K_{отс} \cdot K_{з} \cdot I_{р_{макс}} / K_{в}$$

$$5) I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{сз}^I$$

где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки; $I_{Кмакс}$ – максимальный ток КЗ на шинах противоположной подстанции; $I_{р_{макс}}$ – максимальный рабочий ток; $K_{в}$ – коэффициент возврата; $I_{сз}^I$ – ток срабатывания мгновенной отсечки смежной линии.

16. Определить ток срабатывания реле $I_{ср}$ при известном токе срабатывания защиты $I_{сз}$.

$$1) I_{ср} = K_{отс} \cdot I_{сз}$$

$$2) I_{ср} = K_{отс} \cdot I_{сз} / K_{в}$$

$$3) I_{ср} = I_{сз} / K_{I}$$

$$4) I_{ср} = K_{сх} \cdot I_{сз} / K_{I}$$

Где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки; K_v – коэффициент возврата; K_I – коэффициент трансформации трансформатора тока; $K_{сх}$ – коэффициент схемы.

17. В каких сетях применяется направленная максимальная токовая защита.

- 1) В радиальных сетях с односторонним питанием.
- 2) В городских сетях напряжением 6-10 кВ.
- 3) В сетях напряжением 220-750 кВ.
- 4) В сетях с двухсторонним питанием или кольцевых сетях.

18. Принцип действия продольной дифференциальной защиты.

1) Основан на сравнении модулей токов по концам защищаемого участка.

2) Основан на сравнении векторов тока по концам защищаемого участка.

3) Основан на сравнении векторов токов в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки.

4) Основан на сравнении модулей токов в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки.

5) Основан на сравнении фаз токов по концам защищаемого участка.

19. Принцип действия поперечной дифференциальной защиты.

1) Основан на сравнении модулей токов по концам защищаемого участка.

2) Основан на сравнении векторов тока по концам защищаемого участка.

3) Основан на сравнении векторов токов в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки.

4) Основан на сравнении модулей токов в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки.

5) Основан на сравнении фаз токов по концам защищаемого участка.

20. Принцип действия дифференциально-фазной защиты.

1) Основан на сравнении модулей токов по концам защищаемого участка.

2) Основан на сравнении векторов тока по концам защищаемого участка.

3) Основан на сравнении векторов токов в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки.

4) Основан на сравнении модулей токов в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки.

5) Основан на сравнении фаз токов по концам защищаемого участка.

Критерии оценки выполнения тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по дисциплине в соответствии с учебной программой.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по несколько вариантов ответов, один из которых правильный.

По каждому разделу студенту выдаётся по одному билету. В каждом билете по 10 вопросов. Каждый правильный ответ соответствует одному баллу. Тест считается пройденным, если суммарное количество баллов не менее шести.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 15 минут.