

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН

к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Релейная защита и автоматика

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

Курс: 4, семестр : 7

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	119
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	97
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭлСт, протокол заседания кафедры №10 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Давыдов В. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Лыкин А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:
з1. знать принципы построения простейших схем релейной защиты
з2. знать принципы действия релейной защиты основных элементов электроэнергетической системы
у3. уметь рассчитывать параметры срабатывания и выполнять настройку некоторых типов релейной защиты

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Релейная защита и автоматика</i>	
ПК.7.з1 знать принципы построения простейших схем релейной защиты	
1.Требования, предъявляемые к релейной защите	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.Принципы построения простейших схем релейной защиты.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.Читать простейшие схемы релейной защиты.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.з2 знать принципы действия релейной защиты основных элементов электроэнергетической системы	
4.Принципы действия различных типов релейной защиты основных элементов Эл.системы	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.у3 уметь рассчитывать параметры срабатывания и выполнять настройку некоторых типов релейной защиты	
5.Рассчитать параметры срабатывания некоторых типов релейной защиты	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.Навыками в расчете и настройки некоторых устройств релейной защиты	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Общие вопросы релейной защиты				

1. Назначение релейной защиты. Требования к релейной защите.	0	6	1, 2, 3	Назначение, функции релейной защиты (РЗ) и основные требования, предъявляемые к ее свойствам. Принципы выполнения РЗ. Обобщенная схема защиты. Изображение схем РЗ. Виды повреждений и ненормальных режимов работы. Электрические величины, на которые реагирует РЗ. Типы реле. Электромеханические реле, реле на интегральных микросхемах. Общие понятия о защитах на микропроцессорах. Измерительные преобразователи тока и напряжения. Выбор трансформаторов тока (ТТ) для РЗ. Схемы соединения вторичных обмоток ТТ. Работа ТТ при глубоких насыщениях. Нетрадиционные преобразователи тока. Оперативный ток. Постоянный оперативный ток. Переменный оперативный ток. Блоки питания, зарядные устройства как источники оперативного тока. Оперативный ток для питания полупроводниковых защит.
Дидактическая единица: Токовые защиты. Принцип действия и расчет уставок.				

2. Токовые защиты.	0	6	4, 5	Токовые ступенчатые защиты. Принцип действия, расчет параметров срабатывания, оценка чувствительности. Область применения токовых ступенчатых защит. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, схема выполнения защиты. Максимальная токовая направленная защита. Реле направления мощности защиты: индукционные, полупроводниковые и цифровые; характеристики и схемы включения. Порядок расчета параметров направленной токовой защиты. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты. Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью: основные требования к защите, схема исполнения защиты. Фильтр токов нулевой последовательности. Порядок расчета параметров срабатывания защиты.
Дидактическая единица: Дистанционные защиты.				
3. Дистанционные защиты.	0	4	4, 5, 6	Дистанционные защиты. Характеристики реле сопротивления. Выбор уставок ступенчатых дистанционных защит. Поведение дистанционных защит при качании. Область применения защиты, достоинства и недостатки.
Дидактическая единица: Дифференциальные защиты.				

4. Дифференциальные защиты.	0	4	4, 5, 6	Дифференциальные защиты. Продольные и поперечные и дифференциальные защиты воздушных линий. Принцип действия, причины возникновения токов небаланса, расчет уставок, достоинства и недостатки, область применения. Оценка чувствительности защиты. Дифференциально-фазная токовая защита с высокочастотной блокировкой: принцип действия, область применения. Принцип действия, порядок расчета уставок. Высокочастотные защиты ВЛ.
Дидактическая единица: Защиты синхронных генераторов.				
6. Защиты синхронных генераторов.	4	4	1, 4, 5	Продольная дифференциальная токовая защита генератора. Поперечная дифференциальная защита генератора, принцип действия и расчет параметров срабатывания. Максимальная токовая и дистанционная защиты генератора. Защиты от перегрузок. Выполнение защиты от однофазных замыканий генератора, работающего на сборные шины, и блока генератор-трансформатор, расчет параметров срабатывания. Защиты ротора от замыкания в одной точке, замыкания в двух точках .
Дидактическая единица: Защита трансформаторов.				

5. Защиты силовых трансформаторов.	0	4	4, 5, 6	Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов. Защиты трансформаторов от внутренних повреждений: токовая отсечка, дифференциальная защита, газовая защита. Особенности продольной диф.защиты трансформаторов. Дифференциальная защита с торможением. Применение НТТ для дифференциальной защиты. Порядок расчета уставок дифференциальной защиты трансформатора и оценка ее чувствительности. Защита трансформаторов от внешних замыканий: максимальная токовая защита, максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению, дистанционная защита, защита от внешних замыканий на землю. Защита от перегрузок.
Дидактическая единица: Защиты высоковольтных электродвигателей				
7. Защиты высоковольтных электродвигателей	2	2	2, 5	Виды повреждений и ненормальных режимов работы. Способы защиты двигателей от междуфазных коротких замыканий в обмотках статора и на его выводах. Защита двигателей от замыканий на корпус. Защита от перегрузок. Защита синхронных двигателей от несинхронной работы.
Дидактическая единица: Защита сборных шин.				
8. Защита сборных шин.	2	2	2, 5, 6	Защита сборных шин 35 кВ и выше. Принципы исполнения и выбор уставок.
Дидактическая единица: Автоматика электроэнергетических систем.				

9. Автоматика электроэнергетических систем.	4	4	1, 2, 3, 4	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ). АПВ линий. Схема АПВ, назначение, требования к АПВ, уставки АПВ на линиях с односторонним питанием. АВР - назначение, требования, схема АВР, уставки АВР. АЧР (назначение, требования, уставки). Роль системной автоматики в нормальных и аварийных режимах. Автоматическое регулирование напряжения в электрических сетях. Автоматический регулятор напряжения трансформаторов. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок. Общие сведения об автоматическом регулировании возбуждения синхронных машин.
---	---	---	------------	--

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Общие вопросы релейной защиты				
1. Испытания реле, реагирующего на одну электрическую величину	0	4	2, 6	Изучение принципа действия и основные характеристики реле тока РТ-40, РТ-80, РСТ-13, реле времени и промежуточных реле.
2. Испытание сложных реле	0	4	2, 3	Испытание реле направления мощности типа РСТ-13 и РБМ-178. Производится снятие основных характеристик реле, знакомство с конструкцией и электрической схемой реле.
Дидактическая единица: Токовые защиты. Принцип действия и расчет уставок.				
3. Испытание 3-х ступенчатой токовой защиты ЛЭП	0	4	2, 4, 6	Рассматриваются уставки 3-х ступенчатой токовой защиты ВЛ. Проверяется чувствительность 2-х с 3-х ступеней. Строится диаграмма селективности. Производится испытание защит на лабораторной установке.

4. Испытание токовой защиты нулевой последовательности в сети с малыми токами замыкания на землю	0	4	2, 5	Испытание токовой защиты нулевой последовательности в сети с малыми токами замыкания на землю. Расчет уставок защиты от замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Выставление параметров срабатывания защиты и проверка корректности ее работы.
Дидактическая единица: Дифференциальные защиты.				
5. Испытание поперечной дифференциальной направленной защиты ЛЭП	0	4	2, 5	Изучение принципа действия поперечной дифференциальной направленной защиты ЛЭП. Каскадность действия. Расчет уставок и оценка чувствительности.
Дидактическая единица: Защита трансформаторов.				
6. Испытание дифференциальной защиты трансформатора	0	6	2, 4, 5	Испытание дифференциальной защиты трансформатора на базе реле ДЗТ-11. Производится расчет, сборка схемы и оценка чувствительности продольной диф.защиты силового трансформатора со схемой соединения обмотки "звезда"/"треугольник" на базе реле с торможением типа ДЗТ-11
Дидактическая единица: Автоматика электроэнергетических систем.				
7. АВР трансформатора собственных нужд	0	4	2, 5, 6	Изучение принципа действия, схемы исполнения и АВР трансформатора собственных нужд
8. Автоматическое повторное включение ЛЭП.	0	6	2, 5, 6	Осуществляется знакомство с принципом действия и принципиальными схемами устройств автоматики энергетических систем - АПВ

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Общие вопросы релейной защиты				
1. Изображение схем релейной защиты на чертежах	0	2	3	Знакомство со схемой максимальной токовой защиты линии с комбинированным пуском по напряжению. Построение схемы токовых цепей, цепей напряжения, оперативных цепей и цепей сигнализации.

2. Выбор трансформаторов тока для релейной защиты	0	4	1	Выбор трансформаторов тока для релейной защиты по кривым предельной кратности.
Дидактическая единица: Токовые защиты. Принцип действия и расчет уставок.				
3. Максимальная токовая защита высоковольтной ЛЭП от междуфазных КЗ	0	4	4, 5	Расчет уставок и оценка чувствительности максимальной токовой защиты высоковольтной ЛЭП от междуфазных КЗ.
4. Направленные токовые защиты	0	4	4, 5	Для кольцевой сети с изолированной нейтралью и одним источником питания выбираются выдержки времени комплектов МТЗ, определяется необходимость выполнения их направленными, выбирается реле направления мощности и определяется длина мертвой зоны реле направления мощности при близких трехфазных КЗ
5. Расчет токовой направленной защиты нулевой последовательности ВЛ.	0	4	4, 5	Расчет уставок токовой направленной защиты нулевой последовательности ВЛ участка сети 110 кВ.
Дидактическая единица: Дистанционные защиты.				
6. Расчет дистанционной защиты высоковольтной линии электропередачи	0	4	4, 5	Рассчитываются сопротивления срабатывания и выдержки времени трехступенчатой дистанционной защиты линии 110 кВ. Рассчитываются коэффициенты чувствительности. Расчеты характеристик срабатывания выполняются для панелей ШЭ 2607 011
Дидактическая единица: Дифференциальные защиты.				
7. Расчет уставок поперечной дифференциальной токовой защиты линии.	0	4	4, 5	Расчет уставок поперечной дифференциальной токовой защиты линии. Оценка чувствительности в точке равной чувствительности и в режиме каскадного отключения
Дидактическая единица: Защита трансформаторов.				
8. Расчет максимальной токовой защиты с комбинированным пуском по напряжению понижающего трансформатора	0	4	2, 5, 6	Для понижающего трансформатора ТРДН -16/110 рассчитывается в качестве резервной защиты максимальную токовую защиту с комбинированным пуском по напряжению.

9. Дифференциальная защита трансформатора, выполненная на реле типа РСТ-23	0	6	2, 5, 6	Производится расчет дифференциальной токовой защиты трехобмоточного трансформатора двухтрансформаторной подстанции напряжением 115/38.5/11 кВ
--	---	---	---------	---

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Курсовая работа	1, 2, 5	60	5
Расчет параметров релейной защиты для заданного участка электрической сети: Релейная защита и автоматизация ЭЭС : методические указания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ для ФЭН всех форм обучения по программе подготовки бакалавров по направлению "Электроэнергетика и Электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Белоглазов, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2014. - 50, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199755				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	18	2
Изучение нормативно-технической литературы и методических указаний при подготовке к лабораторным работам.: Испытание дифференциальной защиты трансформатора : методические указания к лабораторным работам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, О. В. Танфильев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233506 АВР трансформаторов собственных нужд электростанций : методические указания к лабораторной работе по курсу "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" для ФЭН по направлению 140400.62 - Электроэнергетика и электротехника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2011. - 17, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167696 Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar Испытание токовых реле : методические указания к лабораторным работам для 4 курса направления 140200 "Электроэнергетика" факультета энергетики всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Виштинбеев]. - Новосибирск, 2005. - 31, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000047023 Релейная защита линий электропередачи : методические указания к лаб. работам для IV курса ФЭН всех форм обучения (специальности 1001, 2104, 1002, 1004 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. : В. А. Давыдов и др. - Новосибирск, 2004. - 32 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2736.rar Испытание токовой защиты нулевой последовательности в сети с малыми токами замыкания на землю : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Щеглов, А. С. Трофимов]. - Новосибирск, 2006. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000053013				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	19	2

Повторение и структурирование полученных в ходе изучения дисциплины знаний. Консультации с преподавателем по вопросам к экзамену: Щеглов А. И. Релейная защита электрических сетей [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Щеглов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214950. - Загл. с экрана. Релейная защита и автоматизация ЭЭС : методические указания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ для ФЭН всех форм обучения по программе подготовки бакалавров по направлению "Электроэнергетика и Электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Белоглазов, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2014. - 50, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199755 Релейная защита электроэнергетических систем : программа курса, задания на контрольные и курсовые работы и методические указания (специальности 140203, 140204) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2011. - 43, [1] с. : табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163871

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Лекция в форме дискуссии
Краткое описание применения:	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Лекция:</i>	0	8
<i>Лабораторная №2: Лабораторная работа №2</i>	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Релейная защита линий электропередачи : методические указания к лаб. работам для IY курса ФЭН всех форм обучения (специальности 1001, 2104, 1002, 1004 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. : В. А. Давыдов и др. - Новосибирск, 2004. - 32 с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2736.rar "		
<i>Лабораторная №2: Лабораторная работа №8</i>	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Испытание токовой защиты нулевой последовательности в сети с малыми токами замыкания на землю : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Щеглов, А. С. Трофимов]. - Новосибирск, 2006. - 27, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000053013 "		

Лабораторная №2: Лабораторная работа №7	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar "		
Лабораторная №2: Лабораторная работа №6	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "АВР трансформаторов собственных нужд электростанций : методические указания к лабораторной работе по курсу "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" для ФЭН по направлению 140400.62 - Электроэнергетика и электротехника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2011. - 17, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167696 "		
Лабораторная №2: Лабораторная работа №5	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Испытание токовой защиты нулевой последовательности в сети с малыми токами замыкания на землю : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Щеглов, А. С. Трофимов]. - Новосибирск, 2006. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000053013 "		
Лабораторная №2: Лабораторная работа №1	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Испытание токовых реле : методические указания к лабораторным работам для 4 курса направления 140200 "Электроэнергетика" факультета энергетики всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Виштинбеков]. - Новосибирск, 2005. - 31, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000047023 "		
Лабораторная №2: Лабораторная работа №3	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Релейная защита линий электропередачи : методические указания к лаб. работам для IY курса ФЭН всех форм обучения (специальности 1001, 2104, 1002, 1004 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. : В. А. Давыдов и др. - Новосибирск, 2004. - 32 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2736.rar "		
Лабораторная №2: Лабораторная работа №4	1	4
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Испытание дифференциальной защиты трансформатора : методические указания к лабораторным работам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, О. В. Танфильев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233506 "		
Курсовая работа: Расчет уставок РЗА	10	100 (в состав баллов за КР)
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Релейная защита и автоматизация ЭЭС : методические указания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ для ФЭН всех форм обучения по программе подготовки бакалавров по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Белоглазов, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2014. - 50, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199755 "		
Экзамен: Экзамен	0	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КР/КР	Экзамен
ПК.7	з1. знать принципы построения простейших схем релейной защиты	+	+
	з2. знать принципы действия релейной защиты основных элементов электроэнергетической системы	+	+
	у3. уметь рассчитывать параметры срабатывания и выполнять настройку некоторых типов релейной защиты	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : [учебное пособие для вузов по направлению 140200 " Электроэнергетика"] / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - М., 2010. - 535 с. : ил., схемы + 2 отд. л. схем.
2. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : [учебник для вузов по специальности "Электроснабжение" направления подготовки "Электроэнергетика"] / В. А. Андреев. - М., 2008. - 639 с. : ил.

3. Релейная защита и автоматизация : научно-практическое издание / ООО НПП "ЭКРА". - Чебоксары, 2010 -. - дар.
4. Примеры расчета релейной защиты : [учебное пособие для 4 курса ФЭН дневной и заочной форм обучения / В. А. Давыдов и др.]; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 63, [1] с. : схемы, табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167630. - Авт. указаны на обороте тит. л..
5. Щеглов А. И. Релейная защита электрических сетей : учебное пособие / А. И. Щеглов, А. В. Белоглазов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 142, [1] с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216630

Дополнительная литература

1. Танфильев О. В. Релейная защита в задачах и упражнениях : сборник задач / О. В. Танфильев, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015
2. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 12. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110-500 кВ : расчеты / Всесоюз. гос. проект.-изыскат. НИИ энерг. систем и электр. сетей Энергосетьпроект М-ва энергетики и электрофикации СССР. - М., 1980. - 85, [2] с. : ил., схемы
3. Федосеев А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : Для вузов по спец. "Автомат. управление электроэнерг. системами". - М., 1992. - 526с. : ил.
4. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13А. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ : схемы / Всесоюз. гос. проект.-изыскат. и НИИ энерг. систем и электр. сетей "Энергосетьпроект"; [сост. Б. Г. Файзуллова]. - М., 1985. - 112 с. : ил., схемы
5. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ : расчеты / Всесоюз. гос. проект.-изыскат. НИИ энерг. систем и электр. сетей "Энергосетьпроект"; сост. Т. Н. Дороднова. - М., 1985. - 96 с. : ил., табл.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Релейная защита и автоматизация ЭЭС : методические указания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ для ФЭН всех форм обучения по программе подготовки бакалавров по направлению "Электроэнергетика и Электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: А. В. Белоглазов, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2014. - 50, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199755
2. Испытание токовых реле : методические указания к лабораторным работам для 4 курса направления 140200 "Электроэнергетика" факультета энергетики всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост. А. В. Виштинев]. - Новосибирск, 2005. - 31, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000047023

- 3.** Релейная защита линий электропередачи : методические указания к лаб. работам для IY курса ФЭН всех форм обучения (специальности 1001, 2104, 1002, 1004 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. : В. А. Давыдов и др. - Новосибирск, 2004. - 32 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2736.rar>
- 4.** Испытание дифференциальной защиты трансформатора : методические указания к лабораторным работам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, О. В. Танфильев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233506
- 5.** АВР трансформаторов собственных нужд электростанций : методические указания к лабораторной работе по курсу "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" для ФЭН по направлению 140400.62 - Электроэнергетика и электротехника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2011. - 17, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167696
- 6.** Испытание токовой защиты нулевой последовательности в сети с малыми токами замыкания на землю : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Щеглов, А. С. Трофимов]. - Новосибирск, 2006. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000053013
- 7.** Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar>
- 8.** Расчет высокочастотной дифференциально-фазной защиты линий электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для магистров направления 140400.68 "Электроэнергетика и электротехника" (магистерская программа "Автоматика энергосистем") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2013. - 43, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179579
- 9.** Релейная защита электроэнергетических систем : программа курса, задания на контрольные и курсовые работы и методические указания (специальности 140203, 140204) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2011. - 43, [1] с. : табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163871
- 10.** Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения : программа и методические указания к выполнению контрольных работ для ФЭН специальности 140211 "Электроснабжение" заочной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдова, И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2006. - 54, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Davidov.rar
- 11.** Расчет направленной токовой защиты нулевой последовательности двухцепной высоковольтной линии напряжением 220 кВ : методические указания для 4-5 курсов ФЭН специальности 140203 всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Л. В. Багинский, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2006. - 37, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3235.rar
- 12.** Щеглов А. И. Релейная защита электрических сетей [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Щеглов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214950. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 АРМ СРЗА

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Установка для проверки устройств релейной защиты и автоматики Исток 3.1	для ЛР по дисц.РЗ и автоматизация эл.эн.систем

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Комплекс программно-технический РЕТОМ-61	для ЛР по дисциплине "РЗ ЭЭС", "РЗ эл.станций"

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ” _____ _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Релейная защита и автоматика

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Релейная защита и автоматика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	31. знать принципы построения простейших схем релейной защиты	Автоматика электроэнергетических систем. Выбор трансформаторов тока для релейной защиты Защита сборных шин. Защиты высоковольтных электродвигателей Изображение схем релейной защиты на чертежах Назначение релейной защиты. Требования к релейной защите.	Курсовая работа	Экзамен, вопросы 1-3, 28, 29, 31-35
ПК.7/ПТ	32. знать принципы действия релейной защиты основных элементов электроэнергетической системы	Автоматика электроэнергетических систем. Дистанционные защиты. Дифференциальные защиты. Защиты силовых трансформаторов. Защиты синхронных генераторов. Максимальная токовая защита высоковольтной ЛЭП от междуфазных КЗ Направленные токовые защиты Расчет дистанционной защиты высоковольтной линии электропередачи Расчет токовой направленной защиты нулевой последовательности ВЛ. Расчет уставок поперечной дифференциальной токовой защиты линии. Токовые защиты.	Курсовая работа	Экзамен, вопросы 5, 7-12, 14, 15, 17-27, 32-35
ПК.7/ПТ	у3. уметь рассчитывать параметры срабатывания и выполнять настройку некоторых типов релейной защиты	Дистанционные защиты. Дифференциальная защита трансформатора, выполненная на реле типа РСТ-23 Дифференциальные защиты. Защита сборных шин. Защиты высоковольтных электродвигателей Защиты силовых трансформаторов. Максимальная токовая защита высоковольтной ЛЭП от междуфазных КЗ Направленные токовые защиты Расчет дистанционной защиты высоковольтной линии электропередачи Расчет максимальной токовой защиты с комбинированным пуском по напряжению понижающего трансформатора Расчет токовой направленной защиты нулевой последовательности ВЛ. Расчет уставок поперечной дифференциальной токовой защиты линии. Токовые защиты.	Курсовая работа	Экзамен, вопросы 5, 7-12, 14, 15, 17-24, 28, 29, 31

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.7/ПТ.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, состоящих из вопросов, приведённых в паспорте экзамена, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.7/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электрических станций

Паспорт экзамена

по дисциплине «Релейная защита и автоматика», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-14, второй вопрос из диапазона вопросов 15-35 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Релейная защита и автоматика»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы допускает принципиальные ошибки, не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы допускает непринципиальные ошибки и при наводящих вопросах исправляет свой ответ, дает определение основных понятий, оценка составляет *не более 27 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов и явлений,

оценка составляет *не более 36 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор того или иного подхода к решению поставленных задач, оценка составляет *до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 20 баллов (из 40 возможных)

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Релейная защита и автоматика»

- 1) Назначение РЗ; требования, предъявляемые к РЗ.
- 2) Основные органы РЗ, обобщенная схема автономной защиты.
- 3) Трансформаторы тока (ТТ) в схемах РЗ: схема замещения ТТ, погрешности; схема соединения ТТ и их свойства; выбор ТТ.
- 4) Электромагнитные реле: устройство, принцип действия, характеристики; вибрация якоря и способы ее устранения.
- 5) 90-градусная схема включения органа направления мощности (ОНМ), анализ схемы, характеристика ОНМ.
- 6) Источники оперативного тока: аккумуляторные батареи, схема с дешунтированием, зарядное устройство; блоки питания БПТ, БПН, комбинированные блоки питания; источники оперативного тока для реле на ИМС, микропроцессорных защит.
- 7) Максимальная токовая защита линий (МТЗ). Назначение, выбор параметров срабатывания, оценка чувствительности.
- 8) Мгновенная токовая защита (МТО) линий от междуфазных КЗ с односторонним и двухсторонним питанием.
- 9) Отсечка с выдержкой времени от междуфазных КЗ.
- 10) Трехступенчатая токовая защита линий от междуфазных КЗ.
- 11) Токовая направленная защита линий.
- 12) Дистанционная защита линий: свойства защиты, характеристики реле сопротивления; расчет уставок.
- 13) МТЗ нулевой последовательности.
- 14) Ступенчатая токовая защита нулевой последовательности линий 110 кВ и выше.
- 15) Продольная дифференциальная токовая защита линий.
- 16) Защита от замыканий на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью.
- 17) Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
- 18) Устройство и принцип действия реле ДЗТ-11.
- 19) Расчет дифференциальной защиты трансформаторов, выполненной на реле с НТТ, реле РСТ-23.
- 20) Токи небаланса установившегося процесса дифференциальной защиты трансформатора и способы отстройки от них.
- 21) Токи небаланса переходного процесса дифференциальной защиты; признаки их, способы отстройки от них.
- 22) Броски тока намагничивания (БТН) трансформатора, признаки их, способы

отстройки от них.

23) Защита трансформаторов от сверхтоков, обусловленных внешними КЗ.

24) Газовая защита трансформаторов.

25) Защита обмотки статора генератора от междуфазных КЗ.

26) Защита обмотки статора генератора от витковых замыканий.

27) Защита обмотки статора генератора от замыканий на корпус: генератор работает в блоке с трансформатором; генератор работает на сборные шины генераторного напряжения.

28) Защита двигателей напряжением выше 100 В от междуфазных КЗ.

29) Защита двигателей от замыканий на землю, от сверхтоков, минимальная защита напряжения.

30) Защита синхронного двигателя от несинхронной работы.

31) Защита сборных шин 35 кВ и выше.

32) Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

33) АПВ линий. Схема АПВ, назначение, требования к АПВ, уставки АПВ на линиях с односторонним питанием.

34) АВР (назначение, требования, схема АВР, уставки АВР).

35) АЧР (назначение, требования, уставки).

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Релейная защита и автоматика», 7 семестр

1. Методика оценки.

Задание на выполнение курсовой работы.

Для заданной схемы электрической сети и по исходным данным, определяемым вариантом задания, необходимо выполнить следующий объём работы.

- В соответствии с требованиями ПУЭ выбрать принципы выполнения релейной защиты заданных объектов.
- Рассчитать токи КЗ и остаточное напряжение в объёме, необходимом для расчёта параметров срабатывания и коэффициентов чувствительности.
- Рассчитать параметры срабатывания релейной защиты и определить значения коэффициентов чувствительности.
- Для одного из элементов схемы сети, определяемого преподавателем, выбрать коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения. Рассчитать уставки реле защиты.
- Для элемента сети, упомянутого в предыдущем пункте, разработать разнесённые схемы цепей тока, напряжения и оперативных цепей.
- В пояснительной записке также привести используемые в процессе расчета графики зависимости токов и напряжений, схему защищаемого объекта, развернутые схемы защит, выполненные в соответствии с ГОСТом.

Обязательные структурные части курсовой работы.

В работе должны содержаться результаты и этапы выполнения всех разделов задания на выполнение работы. Помимо этого, обязательно должны быть приведены исходные данные, выданные студенту, и общие выводы по работе.

Этапы выполнения и защиты.

Выполнение курсовой работы осуществляется по мере изучения студентом учебного материала, необходимого для выполнения всех пунктов задания. Работа выполняется и защищается в течение времени обучения дисциплины и её защита (положительная оценка) является необходимым условием для допуска к экзамену. Защита работы осуществляется в устной форме после проверки преподавателем пояснительной записки, устранения в ней критических ошибок (при их наличии) и готовности студента к оценке его знаний в рамках выполненной работы.

Оцениваемые позиции.

Оценка за курсовую заботу складывается по результатам выполнения и качеству оформления пояснительной записки, а также по результатам контроля знаний студента теоретического и практического материала, отраженного в его пояснительной записке.

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части курсовой работы, отсутствует анализ объекта.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части курсовой работы выполнены формально, т.е. отсутствуют пояснения к используемым формулам, табличным результатам, оценка составляет не более **13** баллов.

- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, обоснованы параметры срабатывания защитного оборудования, однако некоторые результаты расчета (в том числе и графические) выполнены без достаточного пояснения, оценка составляет не более **16** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, обоснованы параметры срабатывания защитного оборудования, результаты расчета выполнены с полноценными пояснениями, разработаны алгоритмы функционирования, оценка составляет от **17** до **20** баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Выполнение и защита курсовой работы является обязательной частью допуска к экзамену. Максимальное количество баллов, полученное за РГЗ, составляет 20% от максимальной общей оценки по дисциплине.

Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS представлена в правилах аттестации (п.6) в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсовой работы.

На рисунках 1- 4 показаны схемы электрических сетей, на базе которых выполняются курсовые работы.

Задание включает расчет релейной защиты участка электрической сети или расчет релейной защиты понижающего трансформатора одной из подстанций электрической сети, выбор ТТ для одного комплекта защит и разработку схем цепей тока, напряжения и оперативных цепей.

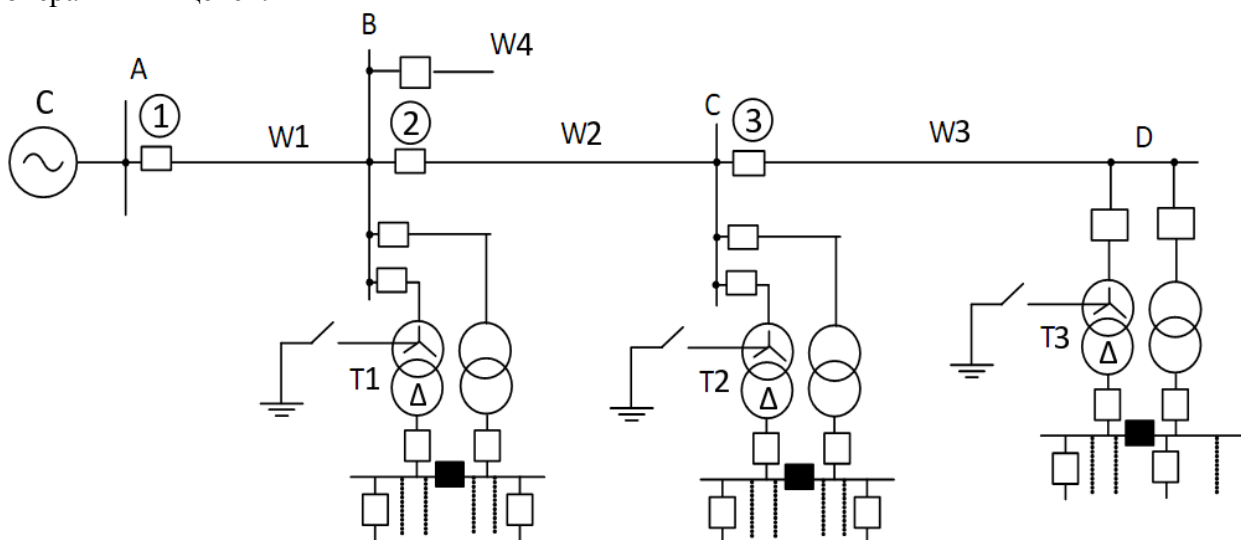


Рисунок 1 – Схема 1 электрической сети

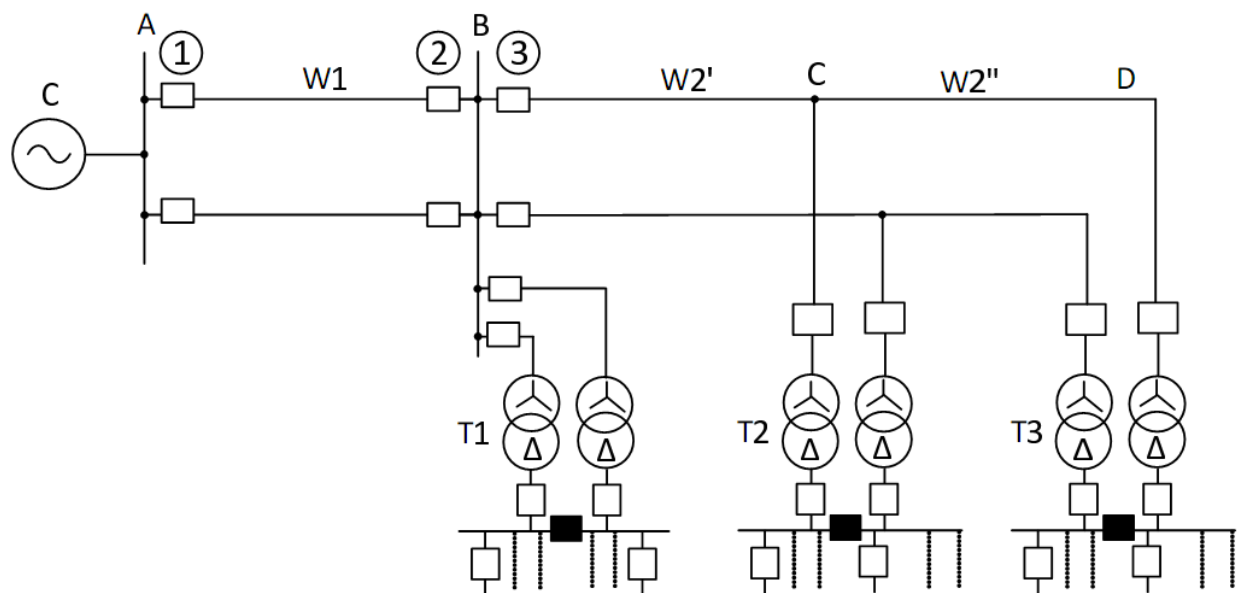


Рисунок 2 – Схема 2 электрической сети

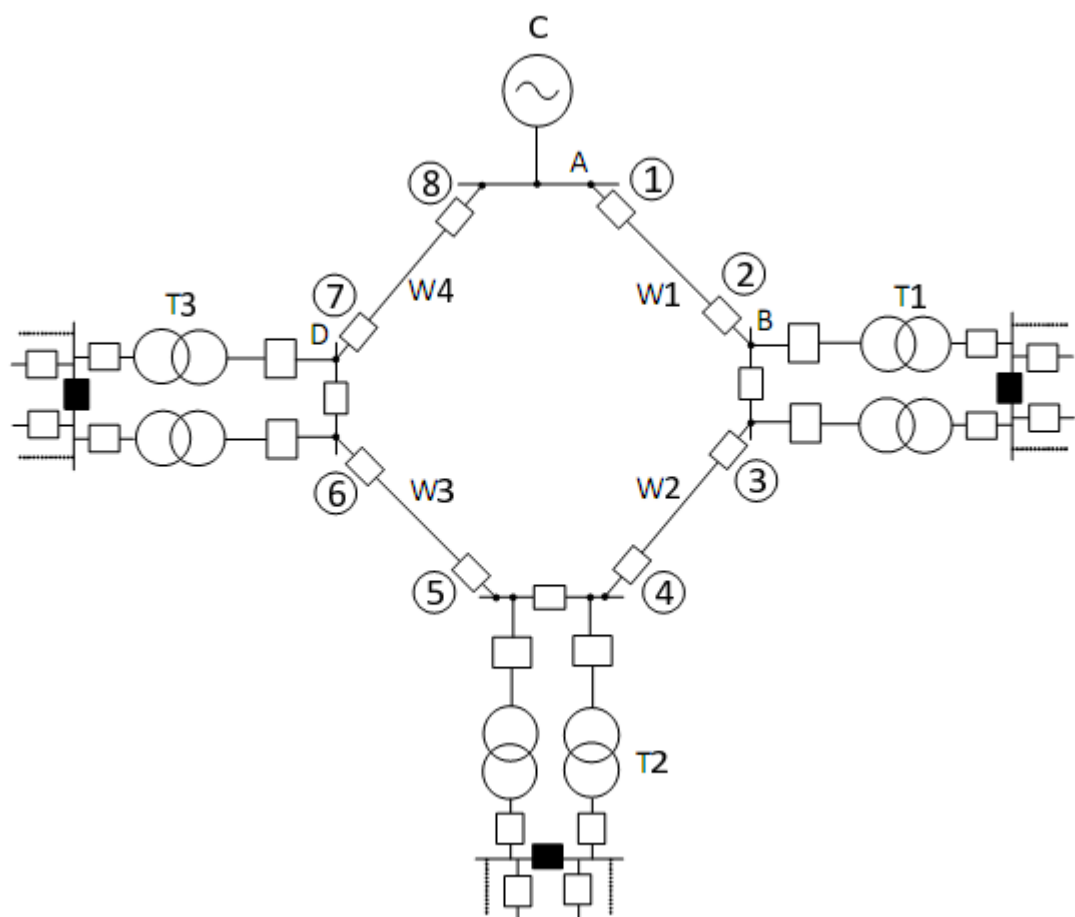


Рисунок 3 – Схема 3 электрической сети

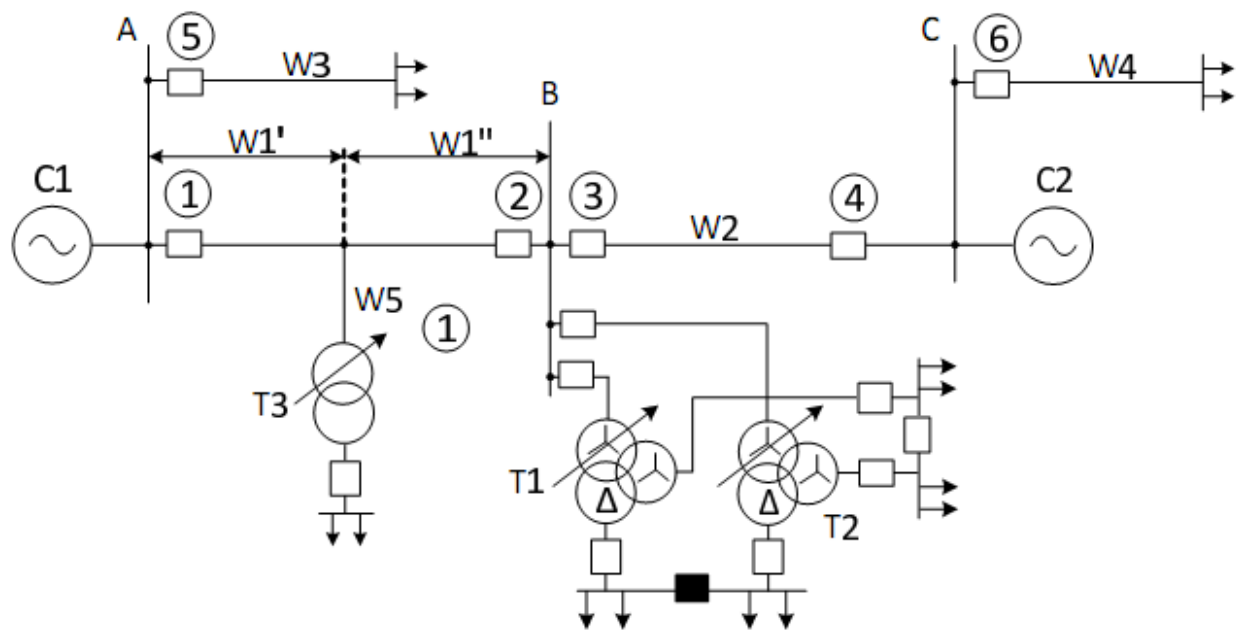


Рисунок 4 – Схема 4 электрической сети

5. Перечень вопросов к защите курсовой работы.

- ✓ В чем заключается назначение релейной защиты (РЗ)?
- ✓ Каковы основные требования к устройствам РЗ?
- ✓ Что произойдет, если любое из требований п.2 не будет выполняться?
- ✓ Как оценить чувствительность защиты?
- ✓ Какая защита называется основной и какая – резервной?
- ✓ На какие основные группы делятся защиты по способам обеспечения селективности при внешних КЗ?
- ✓ Какие основные элементные базы используются в технике релейной защиты?
- ✓ Объясните термин «реле».
- ✓ Расскажите о трансформаторах тока, используемых в схемах РЗ, схеме их замещения, векторной диаграмме, режимах работы, требованиях к ТТ в РЗ.
- ✓ Расскажите о схемах соединения ТТ и нагрузки в РЗ, о нагрузке на ТТ при различных КЗ в разных схемах. Что такое коэффициент схемы?
- ✓ Как проверить, допустима ли имеющаяся нагрузка для ТТ?
- ✓ Расскажите об особенностях работы ТТ в переходных процессах.
- ✓ Расскажите о трансформаторах напряжения, используемых в РЗ.
- ✓ Как обеспечивается селективность максимальной токовой защиты (МТЗ)? Что такое ступень селективности и как определяется ее величина?
- ✓ Как определить ток срабатывания МТЗ и проверить ее чувствительность?
- ✓ Расскажите о мгновенной токовой отсечке, ее достоинствах и недостатках. Как обеспечивается селективность защиты и выбирается ее ток срабатывания?
- ✓ Расскажите о токовой отсечке с выдержкой времени. Как обеспечивается селективность этой защиты? Как выбирается ее ток срабатывания и проверяется чувствительность?
- ✓ Расскажите о трехступенчатой токовой защите на ЛЭП с односторонним питанием.
- ✓ Как обеспечить селективность ступенчатой токовой защиты на линиях с двухсторонним питанием? Расскажите о схемах включения реле направления мощности. Что такое «мертвая зона по напряжению» и как с ней бороться?
- ✓ Расскажите о токовой защите от КЗ на землю. Какие схемы соединения ТТ и обмоток ТН применяются в этой защите? Каковы особенности настройки реле

направления мощности защиты? Как выбираются уставки защиты и проверяется ее чувствительность?

- ✓ Чем отличается режим замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью от КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью?

- ✓ Расскажите о схемах включения реле сопротивления.

- ✓ Нарисуйте структурную схему трехступенчатой дистанционной защиты. Расскажите об элементах схемы, их назначении и взаимодействии.

- ✓ Расскажите о факторах, искажающих область срабатывания дистанционной защиты ЛЭП.

- ✓ Расскажите о принципе действия продольной дифференциальной защиты. Что такое ток небаланса и как он влияет на работу защиты?

- ✓ Перечислите особенности дифференциальной защиты трансформаторов и объясните, как в этой защите компенсируют неравенство токов плеч по величине и фазе.

- ✓ Что такое бросок тока намагничивания (БТН), за счет чего он возникает, каковы характерные признаки БТН в первичных и вторичных токах защиты?

- ✓ Каковы составляющие тока небаланса дифференциальной защиты трансформаторов и как их можно рассчитать?

- ✓ Что такое торможение и какие виды торможения применяют в дифференциальной защите трансформатора?

- ✓ Каким образом торможение позволяет повысить чувствительность защиты?

- ✓ Расскажите о применении в защите трансформаторов реле ДЗТ-21.

- ✓ Расскажите об особенностях расчета дифференциальной защиты трансформатора, выполненной с использованием различных типов реле, а также микропроцессорной защиты.

- ✓ Расскажите о газовой защите трансформатора.

- ✓ Расскажите о защитах трансформаторов и автотрансформаторов от сверхтоков при внешних междуфазных КЗ.

- ✓ Каковы особенности защиты трансформатора с временно разземленной нейтралью от внешних КЗ на землю?

- ✓ Расскажите о защите трансформаторов и автотрансформаторов от перегрузок.