

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 электрических станций

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Электроустановки электрических станций и подстанций

Курс: 1, семестр : 2

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	85
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	59
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): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 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. Танфильев О. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Глазырин Г. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; в части следующих результатов обучения:	
з7. знать основные свойства элементов электроэнергетической системы, требования к релейной защите этих элементов и способы их реализации	
Компетенция ФГОС: ПК.22 готовность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные этапы испытаний устройств релейной защиты и автоматики	
у6. уметь настраивать и проверять микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь производить комплексную проверку параметров срабатывания шкафов релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:	
у4. уметь выбирать тип необходимой релейной защиты элемента электроэнергетической системы	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь проверять чувствительность релейной защиты, выбирать для неё необходимые измерительные трансформаторы и контрольные кабели	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать принципы действия (алгоритмы функционирования) основных и резервных защит электрооборудования электроэнергетических систем, их основные свойства, достоинства и недостатки	
у4. уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.8 способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з4. знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	

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 электрических станций</i>	
ОПК.1.з7 знать основные свойства элементов электроэнергетической системы, требования к релейной защите этих элементов и способы их реализации	
1.з7. знать основные требования к релейной защите любого элемента электроэнергетической системы и способы их реализации.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.8.з4 знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	

2.знать основные свойства защищаемого электрооборудования; физические причины проявления устойчивых признаков идентификации режимов работы защищаемого электрооборудования.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3.знать основные свойства ТТ и ТН, схемы соединения их обмоток	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.36 знать принципы действия (алгоритмы функционирования) основных и резервных защит электрооборудования электроэнергетических систем, их основные свойства, достоинства и недостатки	
4.знать принципы действия (алгоритмы функционирования) основных и резервных защит основного электрооборудования электроэнергетических систем; их основные свойства, их достоинства и недостатки; способы повышения их чувствительности.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у4 уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	
5.уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.9.у4 уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	
6.уметь рассчитывать параметры настройки (уставки) выбранной защиты, проверить её чувствительность; выбрать для неё необходимые трансформаторы тока и контрольные кабели.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.22.у6 уметь настраивать и проверять микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики	
7.уметь проверять чувствительность релейной защиты, выбирать для неё необходимые измерительные трансформаторы и контрольные кабели	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.23.у3 уметь производить комплексную проверку параметров срабатывания шкафов релейной защиты и автоматики	
8.уметь производить комплексную проверку параметров срабатывания шкафов релейной защиты и автоматики	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.у3 уметь проверять чувствительность релейной защиты, выбирать для неё необходимые измерительные трансформаторы и контрольные кабели	
9.уметь проверять чувствительность релейной защиты, выбирать для неё необходимые измерительные трансформаторы и контрольные кабели	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.26.у4 уметь выбирать тип необходимой релейной защиты элемента электроэнергетической системы	
10.уметь выбирать тип необходимой релейной защиты элемента электроэнергетической системы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.22.31 знать основные этапы испытаний устройств релейной защиты и автоматики	
11.знать основные этапы испытаний устройств релейной защиты и автоматики	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: 2				
Дидактическая единица: Основные требования к релейной защите блока и особенности электрооборудования и схем блоков генератор-трансформатор.				
1. Требования к релейной защите блока-генератор-трансформатор. Особенности релейной защиты станционных элементов энергетических систем.	0	2	1	Требования к релейной защите блока-генератор-трансформатор. Особенности релейной защиты станционных элементов энергетических систем.

Дидактическая единица: Первичные измерительные преобразователи тока.				
2. Первичные измерительные преобразователи тока.	0	2	2, 3	Требования к ним при использовании для релейной защиты. Типы преобразователей. Выбор трансформаторов тока для релейной защиты. Особенности работы перегруженных трансформаторов тока. Переходный процесс в одиночном трансформаторе тока с преимущественно активной, активно-индуктивной и активно-ёмкостной нагрузкой. Особенности работы трансформаторов тока в трёхфазных группах "звезда" и "треугольник".
Дидактическая единица: Релейная защита генераторов				
3. Защита синхронных генераторов.	2	4	10, 2, 4	Виды повреждений и аномальных режимов. Требования, предъявляемые к защите. Продольная дифференциальная защита. Дифференциальная защита генератора и ее основные свойства. Токи небаланса установившегося процесса и способы их нейтрализации. Токи небаланса переходного процесса и способы их нейтрализации. Насыщающиеся трансформаторы тока. Продольная продольная дифференциальная защита с торможением и принципы её расчета. Защита от витковых замыканий обмотки статора. Защиты от замыканий на землю генераторов. Защиты от замыканий на землю обмотки ротора генератора. Защиты от внешних замыканий: максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, токовая защита обратной последовательности, дистанционная защита. Защиты от перегрузок. Защита от потери возбуждения. Защита от асинхронного хода генератора.
Дидактическая единица: Релейная защита трансформаторов				

4. Защита трансформаторов, автотрансформаторов и блоков.	2	4	10, 2, 4, 5, 6	Виды повреждений и аномальных режимов трансформаторов и автотрансформаторов. Особенности дифференциальных защит трансформаторов. Составляющие расчётного тока небаланса. Бросок тока намагничивания. Принцип торможения, основные виды торможения и их свойства. Реле ДЗ трансформаторов (с на-сыщающимся трансформатором без торможения, с магнитным торможением, с времяимпульсным способом отстройки от токов небаланса переходного процесса и броска тока намагничивания). Принципы расчёта ДЗ с торможением и без торможения. Варианты исполнения токовых цепей ДЗ трансформаторов и автотрансформаторов. Газовая защита. Защита от сверхтоков КЗ и перегрузок. МТЗ с комбинированным пуском по напряжению. МТЗ обратной последовательности с приставкой для действия при симметричных КЗ. Дистанционные защиты автотрансформаторов. ТЗНП трансформаторов и автотрансформаторов. Защита трансформаторов и автотрансформаторов от перегрузок.
Дидактическая единица: Защита электродвигателей				

5. Защита электродвигателей.	0	2	1, 2, 4	Виды повреждений и ненормальных режимов работы асинхронных электродвигателей. Типы применяемых защит. Токовые и дифференциальные токовые защиты от многофазных коротких замыканий. Защиты нулевой последовательности от замыканий на землю. Защиты электродвигателей от перегрузок. Защита от несимметричных режимов. Защита синхронных двигателей от понижения напряжения и от асинхронного хода. Особенности защиты синхронных компенсаторов.
Дидактическая единица: Защита системы собственных нужд электростанций.				
6. Защита системы собственных нужд электростанций.	0	2	2, 5, 6	Особенности защищаемого объекта и требования к защите. Защита основного электрооборудования. Особенности защит от замыканий на землю. Особенности резервных защит от междуфазных КЗ
Дидактическая единица: Защита шин станций и подстанций				
7. Защита шин станций и подстанций.	0	2	2, 3, 6	Особенности ДЗ шин. Особенности выполнения токовых цепей ДЗ шин 35 кВ и выше. ДЗ шин с торможением. Условия расчёта уставок и проверка чувствительности. Понятие о дифференциально-фазной защите шин. Область применения ДЗ 35 кВ и выше. Неполная ДЗ шин 6 - 10 кВ, её основные свойства и условия настройки. Повышение чувствительности неполной ДЗ шин. Использование для защиты шин защит элементов, присоединенных к шинам

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Релейная защита генераторов				

2. Испытание защит блока генератор- трансформатор на базе шкафа ШЭ-1110М	0	6	11, 4, 6, 8	Испытание дистанционной защиты генератора. Испытание дифференциальной защиты генератора. Знакомство с принципом работы и алгоритмами современного микропроцессорного шкафа релейной защиты блока-генератор трансформатор ШЭ-1110М
3. Испытание защит синхронных генераторов	0	4	11, 8	Студенты знакомятся со стопроцентной защитой генератора, назначением блоков релейной части и её принципом действия. Проводят тестовый контроль комплекта защиты. Выставляют уставки измерительных органов на блоках защиты в соответствии с рассчитанными параметрами срабатывания, полученными в соответствии с рекомендациями. Испытывают настроенную защиту.
Дидактическая единица: Релейная защита трансформаторов				
1. Распределение токов для дифференциальной защиты трансформатора со схемой соединения обмоток "звезда /треугольник - 11"	0	4	11	Студенты рассчитывают токи, приведённые к стороне ВН, для трёх- двух- и однофазного КЗ, а также для двухфазного КЗ на землю. Для всех указанных видов КЗ строят векторные диаграммы. Производят опыты КЗ для всех указанных видов и измерить величины и фазы токов на сторонах ВН и НН. На основе экспериментальных данных строят векторные диаграммы и сопоставляют с расчётными. Показывают на трёхфазной схеме трансформатора распределение токов по его сторонам и фазам для всех видов КЗ.

3. Испытание дифференциального реле с торможением типа ДЗТ-20	0	4	11, 8	Студенты знакомятся с устройством и конст-рукцией реле ДЗТ-20. Проверяют диапазон регулирования тока срабатывания реле без торможения. Снимают тормозные характеристики реле. Проверяют отстроенность реле от бросков тока намагничивания защищаемого силового трансформатора.
---	---	---	-------	---

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Релейная защита генераторов				
1. Расчет уставок продольной дифференциальной защиты генератора.	2	2	6, 9	Расчет уставок дифференциальной защиты генератора на базе реле РНТ-565 Расчет уставок дифференциальной защиты генератора на базе реле ДЗТ-11/5 Оценка чувствительности выбранных уставок защит.
2. Выбор уставок продольной дифференциальной защиты генератора на базе терминала типа ШЭ 1111-ШЭ 1114	2	2	2, 6, 7	Выбор уставок продольной дифференциальной защиты генератора на базе терминала типа ШЭ 1111-ШЭ 1114. Оценка чувствительности защиты.
3. Защита от замыканий на землю в обмотке статора генератора	0	2	6	Выбор уставок защиты от замыканий на землю в обмотке статора использующей напряжение третьей гармоники
4. Защиты от перегрузок генератора	0	2	6	Токовая защита обратной последовательности. Защита обмотки статора от сиссетричных перегрузок. Защита обмотки ротора генератора от перегрузок. Выбор уставок.
5. Защита от потери возбуждения генератора	0	2	6	Расчет уставок защиты от потери возбуждения. Выбор уставок по основному и доополнительному каналу защиты. Расчет уставки по скорости относительного изменения полного сопротивления блокировки по скорости.

6. Защита от асинхронного режима генератора	2	2	2, 6, 8	Расчет параметров срабатывания защиты от асинхронного хода без потери возбуждения на базе терминалов ШЭ 1110-1114 НПП ЭКРА. Анализ функционирования защитной функции Фз.
7. Резервная дистанционная защита генератора от междуфазных КЗ	2	4	4, 6, 7	Расчет уставок резервной дистанционной защиты генератора от междуфазных КЗ. Оценка чувствительности защиты. Выбор параметров срабатывания с использованием программно-технического комплекса АРМ СРЗА.
Дидактическая единица: Релейная защита трансформаторов				
8. Дифференциальная защита трансформатора блока	0	2	4, 6, 7	Выбор уставок дифференциальной защиты трансформатора блока на базе терминала ШЭ 1111.
9. Распределение токов в цепях дифференциальной защиты трансформатора со схемой соединения обмоток "звезда"- "треугольник" при коротких замыканиях	2	4	3	Распределение токов в цепях дифференциальной защиты трансформатора со схемой соединения обмоток "звезда"- "треугольник" при коротких замыканиях. Построение векторных диаграмм токов сторон трансформатора. Расчет токов плеч защиты трансформатора.
10. Защита от внешних коротких замыканий на землю.	0	2	6, 7	Выбор уставок защиты трансформатора блока от внешних КЗ на землю (одно- и двухфазных на землю) Ю. Определение выдержек времени и оценка чувствительности защиты.
11. Дифференциальная защита ошиновки высшего напряжения трансформатора	2	4	4, 6, 7	Расчет уставок дифференциальной защиты ошиновки высшего напряжения трансформатора. Оценка чувствительности защиты.
12. Дифференциальная защита трансформатора собственных нужд	0	2	6	Расчет уставок дифференциальной защиты трансформатора собственных нужд
Дидактическая единица: Защита электродвигателей				
13. Расчет уставок защит от междуфазных коротких замыканий электродвигателя.	2	4	10, 2, 5, 6, 7	Расчет уставок мгновенной токовой отсечки и максимальной токовой защиты электродвигателя. Расчет дифференциальной защиты двигателя.

14. Расчеты защит от замыканий на землю в статорной обмотке двигателя	0	2	10, 2, 6	Расчет уставок защит от замыканий на землю в статорной обмотке двигателя. Расчет защиты от замыканий на землю асинхронного электродвигателя серии А4, работающего в сети с изолированной нейтралью.
---	---	---	----------	---

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Основные требования к релейной защите блока и особенности электрооборудования и схем блоков генератор-трансформатор.				
1. Турбогенераторы с непосредственным охлаждением проводников обмоток	0	2	2, 3	Характерные особенности турбогенераторов с непосредственным охлаждением проводников обмоток. Соединение обмоток статора. Основные параметры генератора. Трансформаторы тока. Системы возбуждения.
2. Трансформаторы и автотрансформаторы, работающие в блоке с генератором	0	2	2, 3	Трансформаторы, автотрансформаторы работающие в блоках с генераторами. Трансформаторы тока, встраиваемые в трансформаторы и автотрансформаторы энергоблоков.
Дидактическая единица: Первичные измерительные преобразователи тока.				
3. Переходные режимы работы трансформаторов тока.	0	2	2, 3	Переходные режимы работы трансформаторов тока. Переходный процесс в трансформаторах тока при постоянной магнитной проницаемости сердечника и неразветвленной активно-индуктивной нагрузке. Частные кривые намагничивания электротехнической стали. Принципы выполнения расчетов переходных процессов в трансформаторах тока с учетом нелинейности магнитных свойств сердечника. Переходные процессы в схемах включения трансформаторов тока на равновесие токов
Дидактическая единица: Релейная защита генераторов				

4. Общие принципы выполнения микропроцессорных терминалов защит основного электрооборудования электростанций на панелях ЭКРА	0	2	5	Ознакомление студентами с общими принципами выполнения микропроцессорных терминалов защит основного электрооборудования электростанций на панелях ЭКРА. Знакомство с обобщенной структурной схемой микропроцессорной защиты.
Дидактическая единица: Релейная защита трансформаторов				
5. Дифференциальное реле типа ДЗТ-21 и ДЗТ-23	0	2	2, 6, 7	Дифференциальное реле типа ДЗТ-21 и ДЗТ-23. Принцип действия. Выбор уставок и оценка чувствительности.
6. Дифференциальное реле типа РСТ-15 и РСТ-23	0	2	2, 6, 7	Дифференциальное реле типа РСТ-15 и РСТ-23. Принцип действия, выбор уставок и оценка чувствительности.
7. Микропроцессорное устройство защиты двухобмоточного трансформатора "Сириус-Т".	0	2	6, 7	Микропроцессорное устройство защиты двухобмоточного трансформатора "Сириус-Т". Принцип действия, выбор уставок и оценка чувствительности.
8. Защита трансформатора собственных нужд (ТСН)	0	2	1, 2, 6	Принципы построения защиты трансформатора собственных нужд (ТСН). Порядок расчета дистанционной защиты стороны ВН трансформатора собственных нужд.
Дидактическая единица: Защита электродвигателей				
9. Терминалы защиты, автоматики, управления и сигнализации электродвигателя БЭ2502А07ХХ	0	2	2, 4, 5, 6, 7	Изучение принципа действия защит, выбор уставок терминала защиты, автоматики, управления и сигнализации электродвигателя типа БЭ2502А07ХХ
10. Терминал защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации двигателя мощностью до 5 МВт типа «Бреслер-0107.25Х»	0	2	2, 4, 6, 7	Принципы защит электродвигателя, выбор уставок и защитных функций на базе терминала Бреслер-0107.25Х
Дидактическая единица: Защита шин станций и подстанций				
11. Дифференциальные токовые защиты шин с торможением	0	2	4	Принцип действия. Дифф.защита шин типа ДЗШТ
12. Дифференциально-фазные защиты шин.	0	2	4	Дифференциально-фазные защиты шин. Принцип действия.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
---	-----------------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------

Семестр: 2				
1	Курсовая работа	1, 2, 4, 6, 7	22	11
: Глазырин В. Е. Расчет уставок микропроцессорной релейной защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие / В. Е. Глазырин, А. И. Шалин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 128, [1] с.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/glazirin.pdf				
2	Подготовка к занятиям	1	8	0
: Глазырин В. Е. Расчет уставок микропроцессорной релейной защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие / В. Е. Глазырин, А. И. Шалин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 128, [1] с.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/glazirin.pdf Танфильев О. В. Релейная защита электрических станций [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Танфильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176667 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	10, 11, 3, 4, 5, 8, 9	5	0
: Глазырин В. Е. Расчет уставок микропроцессорной релейной защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие / В. Е. Глазырин, А. И. Шалин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 128, [1] с.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/glazirin.pdf Испытание направленной высокочастотной защиты ПДЭ-2802 : методические указания к лабораторной работе для 5 курса ФЭН (специальности 2104 и 1002) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 2001. - 21 с. : ил., табл. Испытание микропроцессорного устройства защиты электродвигателей : методические указания к лабораторной работе для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2007. - 65, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3329.rar Испытание защит синхронных генераторов : методические указания к лабораторным работам по курсу "Релейная защита электроэнергетических систем" для 4 и 5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3521.rar Танфильев О. В. Релейная защита электрических станций [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Танфильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176667 . - Загл. с экрана. Испытание дифференциальной защиты трансформатора с реле типа ДЗТ-11 : методические указания к лабораторной работе для 4, 5 курсов ФЭН всех специальностей и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. В. А. Давыдов [и др.]. - Новосибирск, 2001. - 25 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/2001/58/58.zip				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	24	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Глазырин В. Е. Расчет уставок микропроцессорной релейной защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие / В. Е. Глазырин, А. И. Шалин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 128, [1] с.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/glazirin.pdf				

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	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	e-mail; 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 выставять 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: 2		
<i>Лабораторная №1: Защита</i>	1	4
<i>Лабораторная №2: Защита</i>	1	4
<i>Лабораторная №3: Защита</i>	1	4
<i>Лабораторная №4: Защита</i>	1	4
<i>Практические занятия №1: Решение задач</i>	1	4
<i>Практические занятия №2: Решение задач</i>	1	4
<i>Практические занятия №3: Решение задач</i>	1	4
<i>Практические занятия №4: Решение задач</i>	1	4
<i>Практические занятия №5: Решение задач</i>	1	4
<i>Практические занятия №6: Решение задач</i>	1	4
<i>Курсовая работа:</i>	8	20
<i>Курсовая работа №1: Выполнение</i>	20	50 (в состав баллов за КР)
<i>Курсовая работа №2: Оформление</i>	0	10 (в состав баллов за КР)
<i>Курсовая работа №3: Защита</i>	20	40 (в состав баллов за КР)
<i>Экзамен:</i>	0	40

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 КП/КР	Экзамен
ОПК.1	37. знать основные свойства элементов электроэнергетической системы, требования к релейной защите этих элементов и способы их реализации	+	+

ПК.22	з1. знать основные этапы испытаний устройств релейной защиты и автоматики		+
	у6. уметь настраивать и проверять микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики	+	+
ПК.23	у3. уметь производить комплексную проверку параметров срабатывания шкафов релейной защиты и автоматики		+
ПК.26	у4. уметь выбирать тип необходимой релейной защиты элемента электроэнергетической системы	+	+
ПК.5	у3. уметь проверять чувствительность релейной защиты, выбирать для неё необходимые измерительные трансформаторы и контрольные кабели	+	+
ПК.6	з6. знать принципы действия (алгоритмы функционирования) основных и резервных защит электрооборудования электроэнергетических систем, их основные свойства, достоинства и недостатки	+	+
	у4. уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики		+
ПК.8	з4. знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	+	+
ПК.9	у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Федосеев А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : Для вузов по спец. "Автомат. управление электроэнерг. системами". - М., 1992. - 526с. : ил.
2. Глазырин В. Е. Микропроцессорные релейные защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие / В. Е. Глазырин, А. А. Осинцев, О. В. Танфильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 138, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000213261
3. Федосеев А. М. Релейная защита электрических систем : Учебник для вузов по спец. "Автоматизация пр-ва и распространения электроэнергии" / А. М. Федосеев. - М., 1976. - 560 с. : черт.
4. 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.
5. Шалин А. И. Расчет уставок релейной защиты блока турбогенератор-трансформатор : учебное пособие / А. И. Шалин, Е. А. Кондранина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 99, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/shalin.rar>
6. Танфильев О. В. Релейная защита электрических станций [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Танфильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176667. - Загл. с экрана.
7. Щеглов А. И. Построение схем релейной защиты : учебное пособие / А. И. Щеглов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 88, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171171

8. Багинский Л. В. Основные особенности продольных дифференциальных защит электрооборудования электростанций и подстанций : учебное пособие / Л. В. Багинский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 66, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/bagin.rar>

Дополнительная литература

1. Чернобровов Н. В. Релейная защита : учебное пособие для энерг. и энергостроит. техникумов / Н. В. Чернобровов. - М., 1971. - 623 с. : схемы
2. Вавин В. Н. Релейная защита блоков турбогенератор-трансформатор. - М., 1982. - 258 с. : ил.
3. Алексеева О. Н. Релейная защита оборудования электрических станций и подстанций : учебное пособие / О. Н. Алексеева, С. С. Петрова, А. И. Таджикибаев ; Ленинградский политехнический институт. - Л., 1984. - 69, [2] с. : ил.
4. Гельфанд Я. С. Релейная защита распределенных сетей. - М., 1987. - 367, [1] с. : ил.
5. Шнеерсон Э. М. Дистанционные защиты / Э. М. Шнеерсон. - М., 1986. - 447 с. : ил., схемы
6. Глазырин В. Е. Расчет релейной защиты понижающих автотрансформаторов на базе микропроцессорных шкафов : учебное пособие / В. Е. Глазырин, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 89, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2011/11_glazyrin.pdf

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. Испытание защит синхронных генераторов : методические указания к лабораторным работам по курсу "Релейная защита электроэнергетических систем" для 4 и 5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3521.rar>
2. Испытание дифференциальной защиты трансформатора с реле типа ДЗТ-11 : методические указания к лабораторной работе для 4, 5 курсов ФЭН всех специальностей и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. В. А. Давыдов [и др.]. - Новосибирск, 2001. - 25 с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/2001/58/58.zip>
3. Испытание направленной высокочастотной защиты ПДЭ-2802 : методические указания к лабораторной работе для 5 курса ФЭН (специальности 2104 и 1002) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 2001. - 21 с. : ил., табл.
4. Глазырин В. Е. Расчет уставок микропроцессорной релейной защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие / В. Е. Глазырин, А. И. Шалин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 128, [1] с. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/glazirin.pdf>

5. Испытание микропроцессорного устройства защиты электродвигателей : методические указания к лабораторной работе для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2007. - 65, [2] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3329.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

2 APM CP3A

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Презентационное оборудование предназначено для проведения лекций и практических работ

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Установка для проверки устройств релейной защиты и автоматики Исток 3.1	Установка предназначена для проведения лабораторных занятий по курсу.

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Комплекс программно-технический РЕТОМ-61	Комплекс предназначен для проведения лабораторных работ по курсу.

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Релейная защита электрических станций приведена в Таблице 1.

Таблица 1

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)
ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	з7. знать основные свойства элементов электроэнергетической системы, требования к релейной защите этих элементов и способы их реализации	Требования к релейной защите блока-генератор-трансформатор. Особенности релейной защиты станционных элементов энергетических систем.	Курсовая работа, раздел 1. (Выбор принципов построения РЗ блока генератор-трансформатор)	Экзамен: вопросы 1-3,18,29.
ПК.22/ПТ способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования объектов энергетики	з1. знать основные этапы испытаний устройств релейной защиты и автоматики	Испытание защит блока генератор- трансформатор на базе шкафа ШЭ-1110М	Курсовая работа, раздел 3. (Разработка схемы подключения защит комплекса к ТТ и ТН)	Экзамен: вопросы 4-15.
ПК.22/ПТ	уб. уметь настраивать и проверять микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики	Выбор уставок продольной дифференциальной защиты генератора на базе терминала типа ШЭ 1111-ШЭ 1114 Дифференциальная защита ошиновки высшего напряжения трансформатора Дифференциальная защита трансформатора блока Защита от внешних коротких замыканий на землю. Резервная дистанционная защита генератора от междуфазных КЗ	Курсовая работа, раздел 2. (Расчет уставок релейной защиты блока генератор-трансформатор) ЛР №2 «Испытание защит блока генератор-трансформатор на базе шкафа ШЭ-1110М»	Экзамен: вопросы 4-15, 19-26.
ПК.23/ПТ готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	у3. уметь производить комплексную проверку параметров срабатывания шкафов релейной защиты и автоматики	Испытание защит блока генератор - трансформатор на базе шкафа ШЭ-1110М	ЛР №2 «Испытание защит блока генератор-трансформатор на базе шкафа ШЭ-1110М»	Экзамен: вопросы 4,19.
ПК.26/ПТ способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы	у4. уметь выбирать тип необходимой релейной защиты элемента электроэнергетической системы	Защита синхронных генераторов. Защита трансформаторов, автотрансформаторов и блоков.	Курсовая работа, раздел 1. (Выбор принципов построения РЗ блока генератор-трансформатор)	Экзамен: вопросы 4-15, 19-26.

объектов электроэнергетики и электротехники				
ПК.5/НИ готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	у3. уметь проверять чувствительность релейной защиты, выбирать для неё необходимые измерительные трансформаторы и контрольные кабели	Расчет уставок продольной дифференциальной защиты генератора.	Курсовая работа, раздел 2. (Расчет уставок релейной защиты блока генератор-трансформатор)	Экзамен: вопросы 4,19.
ПК.6/ПК способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	36. знать принципы действия (алгоритмы функционирования) основных и резервных защит электрооборудования электроэнергетических систем, их основные свойства, достоинства и недостатки	Дифференциальная защита трансформатора блока Защита синхронных генераторов. Защита трансформаторов, автотрансформаторов и блоков. Защита электродвигателей. Резервная дистанционная защита генератора от междуфазных КЗ	Курсовая работа, раздел 1. (Выбор принципов построения РЗ блока генератор-трансформатор)	Экзамен: вопросы 4-15, 19-26, 33-34.
ПК.6/ПК	у4. уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	Защита трансформаторов, автотрансформаторов и блоков.	Курсовая работа, раздел 1. (Выбор принципов построения РЗ блока генератор-трансформатор)	Экзамен: вопросы 4-15, 19-26, 33-36.
ПК.8/ПК способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	34. знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	Защита синхронных генераторов. Защита трансформаторов, автотрансформаторов и блоков. Защита шин станций и подстанций. Первичные измерительные преобразователи тока. Переходные режимы работы трансформаторов тока. Трансформаторы и автотрансформаторы, работающие в блоке с генератором Турбогенераторы с непосредственным охлаждением проводников обмоток	ЛР №1 «Распределение токов для дифференциальной защиты трансформатора со схемой соединения обмоток "звезда /треугольник - 11"»	Экзамен: вопросы 4-15, 19-26, 33-36.
ПК.9/ПК способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	Выбор уставок продольной дифференциальной защиты генератора на базе терминала типа ШЭ 1111-ШЭ 1114 Дифференциальная защита ошиновки высшего напряжения трансформатора Дифференциальная защита трансформатора блока Дифференциальная защита трансформатора собственных нужд Защита от асинхронного режима генератора Защита от внешних коротких замыканий	Курсовая работа, раздел 2. (Расчет уставок релейной защиты блока генератор-трансформатор)	Экзамен: вопросы 4-15, 19-26, 33-36.

		на землю. Защита от замыканий на землю в обмотке статора генератора Защита от потери возбуждения генератора Защита трансформаторов, автотрансформаторов и блоков. Защиты от перегрузок генератора Расчет уставок продольной дифференциальной защиты генератора. Резервная дистанционная защита генератора от междуфазных КЗ		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.22/ПТ, ПК.23/ПТ, ПК.26/ПТ, ПК.5/НИ, ПК.6/ПК, ПК.8/ПК, ПК.9/ПК.

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

В 2 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 компетенций ОПК.1, ПК.22/ПТ, ПК.23/ПТ, ПК.26/ПТ, ПК.5/НИ, ПК.6/ПК, ПК.8/ПК, ПК.9/ПК, 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 электрических станций», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в (письменной) форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов дидактической единицы 1 или дидактической единицы 2, второй вопрос из диапазона вопросов дидактической единицы 3 (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 электрических станций»

1. Виды повреждений синхронных генераторов
2. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов

Составитель _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *20-29 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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, владеет основами методик

- расчета параметров срабатывания релейной защиты, оценка составляет 30-35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 принципов и алгоритмов релейной защиты, оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

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 электрических станций»

Дидактическая единица №1 «Основные требования к релейной защите блока и особенности электрооборудования и схем блоков генератор-трансформатор.»

- 1 Виды повреждений синхронных генераторов.
- 2 Ненормальные режимы синхронных генераторов .

Дидактическая единица №2 «Первичные измерительные преобразователи тока».

- 3 Требования к защита от многофазных КЗ и выполнение продольной дифференциальной защиты генератора.

Дидактическая единица №3. «Релейная защита генераторов»

- 4 Дифференциальная защита генераторов с направленным торможением (ШЭ1110-1114). Основные характеристики защиты. Порядок расчета.
- 5 Защита синхронных генераторов, работающих в блоке генератор-трансформатор, от замыканий на землю в обмотке статора.
- 6 Принципы построения защит от замыканий на землю в обмотке статора с использованием наложения электрических сигналов, имеющих частоту, отличную от основной частоты сети.
- 7 Защита генератора, работающего на разветвленную сеть генераторного напряжения, от замыканий на землю с использованием ТНП
- 8 Защиты генераторов от внешних симметричных коротких замыканий
- 9 Защиты генераторов от несимметричных перегрузок и внешних несимметричных КЗ.
- 10 Защита генераторов от повышения напряжения.
- 11 Защита генератора от потери возбуждения.
- 12 Защита генераторов от асинхронного режима без потери возбуждения.
- 13 Защиты генераторов от замыканий на землю в обмотке возбуждения.
- 14 Принципы выполнения устройств контроля исправности цепей напряжения
- 15 Защита обратной мощности.

Дидактическая единица №4. «Релейная защита трансформаторов»

- 16 Виды повреждений трансформаторов и автотрансформаторов.
- 17 Ненормальные режимы работы трансформаторов и автотрансформаторов.
- 18 Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
- 19 Порядок расчета дифференциальной защиты трансформатора на базе микропроцессорного терминала ШЭ1110-ШЭ 1114.
- 20 Дифференциальная защиты ошиновки высокого напряжения при установке двух выключателей на цепь.

- 21 Защита трансформаторов (автотрансформаторов) от сверхтоков внешних КЗ на землю.
- 22 Защита трансформаторов (автотрансформаторов) от перегрузки.
- 23 Газовая защита трансформаторов (автотрансформаторов).
- 24 Защита от замыканий на землю в цепи обмотки низшего напряжения трансформатора.
- 25 Защита от перевозбуждения трансформатора.
- 26 Защита от частичного пробоя изоляции высоковольтных вводов трансформатора.
- 27 Особенности защиты блоков генератор-трансформатор от междуфазных коротких замыканий.
- 28 Особенности защиты от замыканий на землю на стороне генераторного напряжения блоков.

Дидактическая единица №7. «Релейная защита шин станций и подстанций»

- 29 Особенности сборных шин как объекта дифференциальной защиты.
- 30 Дифференциальная токовая защита одиночной системы сборных шин.
- 31 Дифференциальная токовая защита двойной системы сборных шин с фиксированным распределением элементов.
- 32 Неполная дифференциальная защита шин.

Дидактическая единица №5. «Защита электродвигателей»

- 33 Виды повреждений электродвигателей
- 34 Основные требования к релейной защите от междуфазных КЗ электродвигателей.

Дидактическая единица №6. «Защита системы собственных нужд электростанций»

- 35 Особенности защиты **системы собственных нужд электростанций**.
- 36 Расчет уставок дифференциальной защиты трансформатора собственных нужд.

.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Релейная защита электрических станций», 2 семестр

1. Методика оценки.

В курсовой работе осуществляется выбор принципов и расчет уставок релейной защиты блока генератор - трансформатор электрической станции. Исходными данными для расчета является информация о главной схеме рассматриваемой электростанции, включающая в себя данные о схеме, типе распределительных устройств, количестве и типах генерирующего оборудования, числе отходящих линий. Другие параметры, необходимые для расчетов, берутся из каталогов. В исходных данных указано напряжение, на котором станция связана с системой, число и длина линий связи.

Задание на курсовую работу:

1. Выбрать принципы построения релейной защиты блока генератор-трансформатор.
2. Рассчитать уставки релейной защиты блока генератор-трансформатор
3. Оценить чувствительность защит.
4. Разработать схему подключения систем релейной защиты комплекса к измерительным трансформаторам тока и напряжения

Курсовая работа должна содержать следующие последовательно выполняемые **разделы**:

1. Определение параметров первичной схемы.
2. Расчет параметров схемы замещения и расчет токов короткого замыкания.
3. Расчет продольной дифференциальной защиты генератора.
4. Расчет поперечной дифференциальной защиты генератора(при необходимости).
5. Расчет параметров срабатывания защит от замыканий на землю в обмотке статора.
6. Расчет параметров срабатывания токовой защиты обратной последовательности.
7. Расчет параметров срабатывания защиты обмотки статора от симметричных перегрузок.
8. Расчет уставок защиты обмотки ротора от перегрузок
9. Расчет уставок защиты от потери возбуждения.
10. Расчет уставок защиты от асинхронного хода без потери возбуждения.
11. Расчет уставок резервной дистанционной защиты от междофазных коротких замыканий.
12. Расчет уставок защиты от повышения напряжения.
13. Расчет уставок дифференциальной защиты трансформатора блока.
14. Расчет уставок дифференциальной защиты ошиновки(при необходимости).
15. Расчет уставок дифференциальной защиты трансформатора собственных нужд.

Основные этапы выполнения курсовой работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Этапы выполнения курсовой работы

№	Наименование раздела	Примерный объем работы, %	Контрольные даты
1	Определение исходных параметров первичной схемы	5	2 неделя
2	Расчет параметров схемы замещения	10	3 неделя
3	Расчет токов короткого замыкания и токов асинхронного режима генератора.	10	5 неделя
4	Расчет уставок защит блока генератор-трансформатор	50	12 неделя
5	Графическая часть – разработка схемы подключения комплекса защиты к измерительным трансформаторам тока и напряжения	25	15 неделя

Выполненная и представленная к защите курсовая работа должна содержать пояснительную записку и чертеж главной схемы с указанием основного электрического оборудования и аппаратов. Формат чертежа произвольный, по выбору студента.

При защите курсовой работы оценивается правильность расчетов, выбора схем и оборудования, а также способность студента обосновать целесообразность принятых решений.

2. Критерии оценки

- работа считается **не выполненной**, если в ней не выбрано или выбрано с ошибками более 30% необходимого оборудования или неверно выбраны схемы двух и более распределительных устройств, оценка составляет 0-49 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если в ней правильно выбрано более 70% необходимого оборудования и схема хотя бы одного распределительного устройства, чертеж главной схемы соответствует пояснительной записке. оценка составляет 50-72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если нет существенных неточностей в выборе оборудования и главной схеме электростанции, оценка составляет 73–86 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если в ней правильно выполнен выбор основного оборудования и составлена главная схема электрических соединений и студент способен обосновать целесообразность принятых решений, оценка составляет 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине балл за курсовую работу учитывается с коэффициентом 0.2 – студент получает 20 баллов за работу в семестре при оценке за курсовую 100 баллов (правила балльно-рейтинговой системы приведены в рабочей программе дисциплины).

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

Вариант № 1

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 220 кВ ТЭЦ 660 МВт»

Генераторы 6х110 МВт

Рабочие ТСН типа ТДНС-16

Повышенные напряжения 110 и 220 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦТН-250, к обмоткам низшего напряжения которых подключено по одному генератору.

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Связь с системой осуществляется двумя двухцепными линиями связи (одна линия длиной 100 км, $S''=8000$ МВА, а вторая длиной 120 км, $S''=10000$ МВА) линии выполнены проводами АС-300/39.

К ОРУ-220 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-125

Схема на стороне 110 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Связь с системой осуществляется по двухцепными линиями связи (одна линия длиной 40 км, $S''=3000$ МВА, а вторая длиной 60 км, $S''=4000$ МВА) линии выполнены проводами АС-185/29.

К ОРУ-110 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-125 и резервные ПРТСН типа ТРДНС-25

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 220 кВ

Вариант №2

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 220 кВ КЭС 1600 МВт»

Генераторы 5х320 МВт

Рабочие ТСН типа ТРДНС-25000/35

Повышенные напряжения 220 и 500 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦН-500000/500/220.

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Связь с системой осуществляется двумя двухцепными линиями связи (одна линия длиной 160 км, $S''=8000$ МВА, а вторая длиной 140 км, $S''=10000$ МВА) линии выполнены проводами АС-300/39.

К ОРУ-220 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-40000/220

Схема на стороне 500 кВ

Схема распределительного устройства «3/2».

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 400 км, $S''=25000$ МВА, а вторая длиной 500 км, $S''=24000$ МВА) линии выполнены проводами $3 \times$ АС-400/51.

К ОРУ-500 подключено три блока с трансформаторами ТДЦ-400

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 220 кВ

Вариант №3

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 500 кВ КЭС 1600 МВт»

Генераторы 5х320 МВт

Рабочие ТСН типа ТРДНС-25000/35

Повышенные напряжения 220 и 500 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦН-500000/500/220.

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Линии связи с системой на напряжении 220 кВ выполнены двумя двухцепными линиями, провод АС-400/51. Одна линия длиной 200 км, $S''=8000$ МВА, а вторая длиной 100 км, $S''=9000$ МВА).

К ОРУ-220 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-40000/220

Схема на стороне 500 кВ

Схема два выключателя на присоединение.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 400 км, $S''=20000$ МВА, а вторая длиной 500 км, $S''=24000$ МВА) линии выполнены проводами $3 \times$ АС-400/51.

К ОРУ-500 подключено три блока с трансформаторами ТДЦ-400

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 500 кВ

Вариант №4

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 500 кВ КЭС 3000 МВт»

Генераторы 6х500 МВт

Рабочие ТСН типа ТРДНС-40000

Повышенные напряжения 220 и 500 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа 3хАОТДЦТН-267000.

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Линии связи с системой на напряжении 220 кВ выполнены двумя двухцепными линиями, провод АС-400/51. Одна линия длиной 150 км, $S''=8000$ МВА, а вторая длиной 100 км, $S''=7000$ МВА.

К ОРУ-220 подключено четыре блока с трансформаторами ТЦ-630

Схема на стороне 500 кВ

Полуторная схема РУ 500 кВ.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 100 км, $S''=30000$ МВА, а вторая длиной 222 км, $S''=24000$ МВА) линии выполнены проводами $3 \times$ АС-400/51.

К ОРУ-500 подключено два блока с трансформаторами ТЦ-630

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 500 кВ

Вариант №5

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 330 кВ КЭС 990 МВт»

Генераторы 3х110 МВт, 3х220 МВт.

Рабочие ТСН типа ТДНС-10000

Повышенные напряжения 330 и 150 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦТН-250000/330/150.

Схема на стороне 150 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Линии связи с системой на напряжении 150 кВ выполнены двумя двухцепными линиями, провод АС-330. Одна линия длиной 100 км, $S''=6000$ МВА, а вторая длиной 70 км, $S''=5500$ МВА.

К ОРУ-150 подключено три блока 3х110 МВт с трансформаторами ТДЦ-125000/150

Схема на стороне 330 кВ

Полуторная схема РУ 330 кВ.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 200 км, $S''=15000$ МВА, а вторая длиной 110 км, $S''=14000$ МВА) линии

выполнены проводами АС-400/93.

К ОРУ-330 подключено три блока с трансформаторами ТДЦ-250000/330

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 330 кВ

Вариант №6

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 150 кВ ГРЭС 990 МВт»

Генераторы 3х110 МВт, 3х220 МВт.

Рабочие ТСН типа ТДНС-10000

Повышенные напряжения 330 и 150 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦТН-250000/330/150.

Схема на стороне 150 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Линии связи с системой на напряжении 150 кВ выполнены двумя двухцепными линиями, провод АС-330. Одна линия длиной 170 км , $S''=7000$ МВА, а вторая длиной 70 км, $S''=5500$ МВА.

К ОРУ-150 подключено три блока 3х110 МВт с трансформаторами ТДЦ-125000/150

Схема на стороне 330 кВ

Полуторная схема РУ 330 кВ.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 200 км , $S''=15000$ МВА, а вторая длиной 110 км, $S''=14000$ МВА) линии выполнены проводами АС-400/93.

К ОРУ-330 подключено три блока с трансформаторами ТДЦ-250000/330

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 150 кВ

Вариант №7

«Релейная защита генератора, работающего на шины генераторного напряжения ТЭЦ 378»

Генераторы 6х63 МВт.

Повышенное напряжение 220 кВ

Схема ГРУ

Одна секционированная система сборных шин.

Две секции подключены через секционный реактор РБДГ10-4000-0.18. Связь системы генераторного напряжения с РУ ВН осуществляется двумя трансформаторами связи типа ТРДН-63000/220. К ГРУ подключено два генератора.

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Линии связи с системой на напряжении 220 кВ выполнены двумя двухцепными линиями, провод АС-400/51. Одна линия длиной 100 км , $S''=8000$ МВА, а вторая длиной 120 км, $S''=7000$ МВА.

К ОРУ-220 подключено четыре блока с трансформаторами ТД-80

Защитить генератор, работающий на сборные шины генераторного напряжения

Вариант №8

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 220 кВ КЭС 2880 МВт»

Генераторы 4х320 и 2х800 МВт

Рабочие ТСН типа ТРДНС-25000 и ТРДНС-63000

Повышенные напряжения 220 и 500 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦТН-500000.

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Линия связи с системой на напряжении 220 кВ выполнена двухцепной, провод АС-400/51.

Длина линии составляет 200 км, $S''=8000$ МВА,

К ОРУ-220 подключено три блока с трансформаторами ТДЦ-400

Схема на стороне 500 кВ

Полуторная схема РУ 500 кВ.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 250 км, $S''=27000$ МВА, а вторая длиной 242 км, $S''=24000$ МВА) линии выполнены проводами $3 \times \text{АС-400/51}$.

К ОРУ-500 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-1000 и один блок с трансформатором ТДЦ-400

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 220 кВ

Вариант №9

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 220 кВ ТЭЦ 472 МВт»

Генераторы 4х63 и 2х110 МВт

Рабочие ТСН типа ТМН-40 и ТДНС-10000

Повышенные напряжения 110 и 220 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АТДЦТН-125, к низкой стороне которых подключены генераторы 63 МВт

Схема на стороне 110 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

К ОРУ-110 подключено 2 блока с трансформаторами ТДЦ-80

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 150 км, $S''=12000$ МВА, а вторая длиной 142 км, $S''=14000$ МВА) линии выполнены проводами АС-300/39.

К ОРУ-220 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-125

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 220 кВ

Вариант №10

«Релейная защита блока генератор- трансформатор, работающего на сборные шины 110 кВ ТЭЦ 472 МВт»

Генераторы 4х63 и 2х110 МВт

Рабочие ТСН типа ТМН-40 и ТДНС-10000

Повышенные напряжения 110 и 220 кВ

Связь осуществляется двумя автотрансформаторами связи типа АОТДЦТН-125, к низкой стороне которых подключены генераторы 63 МВт

Схема на стороне 110 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

От РУ отходят четыре двухцепных линии (первая линия длиной 40 км, $S''=3000$ МВА, вторая длиной 60 км, $S''=4000$ МВА, третья длиной 62 км, $S''=2300$ МВА, четвертая длиной 70 км, $S''=3700$ МВА) линии выполнены проводами АС-185/29.

К ОРУ-110 подключено 2 блока с трансформаторами ТДЦ-80

Схема на стороне 220 кВ

Двойная система сборных шин с обходной.

Связь с системой осуществляется по двум двухцепными линиями связи (одна линия длиной 150 км, $S''=12000$ МВА, а вторая длиной 142 км, $S''=14000$ МВА) линии выполнены проводами АС-300/39.

К ОРУ-220 подключено два блока с трансформаторами ТДЦ-125

Защитить блок генератор-трансформатор, работающий на сборные шины 110 кВ

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

1. Виды повреждений синхронных генераторов
2. Ненормальные режимы синхронных генераторов
3. Выявление витковых замыканий в генераторе.
4. Междофазные КЗ внутри генератора.
5. Принцип действия продольной дифференциальной защиты синхронного генератора.
6. Порядок расчета и назначение параметра В тормозной характеристики дифференциальной защиты генератора ШЭ1110-1114.
7. Порядок расчета и назначение дифференциальной отсечки защиты генератора ШЭ1110-1114.
8. Защиты от замыкания на землю в обмотке статора. Выбор исполнения защиты для различных схем подключения генератора.
9. Защита синхронных генераторов, работающих в блоке генератор-трансформатор, от замыканий на землю в обмотке статора.
10. Причины, вызывающие появление третьей гармонической составляющей в генераторе.
11. Порядок расчета уставок защиты U_03 .
12. Распределение напряжения третьей гармоники вдоль генератора в нормальном режиме при разной загрузке генератора, а также при замыкании на землю.
13. Принципы построения защит от замыканий на землю в обмотке статора с использованием наложения электрических сигналов, имеющих частоту, отличную от основной частоты сети.
14. Защита генератора, работающего на разветвленную сеть генераторного напряжения, от замыканий на землю с использованием ТНП.
15. Выявление замыканий на землю в одной точке цепи возбуждения.
16. Выявление замыканий на землю в двух точках цепи возбуждения.
17. Допустимость работы генератора при замыкании в одной точке.
18. Последствия двойного замыкания в цепи ротора для генератора.
19. Защиты генераторов от внешних симметричных коротких замыканий.
20. Порядок выбора уставок для защиты по обратной последовательности.
21. Последствия для генератора появления несимметричной нагрузки в рабочих режимах или ненормальных режимами сети и способы их устранения.
22. Защиты генераторов от несимметричных перегрузок и внешних несимметричных КЗ
23. Защита генераторов от повышения напряжения
24. Защита генераторов от асинхронного режима, использующая дистанционный принцип.
25. Принципы выявления асинхронного режима.
26. Принципы выявления потери возбуждения генератора.
27. Порядок расчета защиты от потери возбуждения.
28. Защиты генераторов от замыканий на землю в обмотке возбуждения
29. Принципы выполнения устройств контроля исправности цепей напряжения.
30. Виды повреждений трансформаторов и автотрансформаторов.
31. Ненормальные режимы работы трансформаторов и автотрансформаторов.
32. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
33. Бросок намагничивающего тока силовых трансформаторов.

34. Способы отстройки от БТН(ШЭ1110).
35. Порядок расчета дифференциальной защиты трансформатора на базе микропроцессорного терминала ШЭ1110.
36. Дифференциальная защиты ошиновки высокого напряжения при установке двух выключателей на цепь
37. Защита трансформаторов (автотрансформаторов) от сверхтоков внешних КЗ
38. Защита трансформаторов (автотрансформаторов) от перегрузки
39. Газовая защита трансформаторов (автотрансформаторов)