УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИН

_____В.М. Завьялов
«_1_»_____09_____2014 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профили подготовки – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
Квалификация – Бакалавр
Базовый учебный план приема – 2014 г.
Курс – 4; семестр – 8
Количество кредитов – 5
Код дисциплины Б1.м5.4.4

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	27,5
Практические занятия, ч	11
Лабораторные занятия, ч	27,5
Аудиторные занятия, ч	66
Самостоятельная работа, ч	114
ИТОГО, ч	180

Вид промежуточной аттестации – экзамен
Обеспечивающее подразделение – кафедра электроэнергетических систем

Заведующий кафедрой_____д.т.н., доцент Ю.С. Боровиков

Руководитель ООП _____ к.т.н., доцент А.В. Глазачев

Преподаватель _____ к.т.н., доцент В.Н. Копьев

2014 г.

Н.К.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИН

_____В.М. Завьялов
«___»_____2014 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профили подготовки – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
Квалификация – Бакалавр
Базовый учебный план приема – 2014 г.
Курс – 4; семестр – 8
Количество кредитов – 5
Код дисциплины Б1.М5.4.4

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	27,5
Практические занятия, ч	11
Лабораторные занятия, ч	27,5
Аудиторные занятия, ч	66
Самостоятельная работа, ч	114
ИТОГО, ч	180

Вид промежуточной аттестации – экзамен
Обеспечивающее подразделение – кафедра электроэнергетических систем

Заведующий кафедрой_____д.т.н., доцент Ю.С. Боровиков

Руководитель ООП _____ к.т.н., доцент А.В. Глазачев

Преподаватель _____ к.т.н., доцент В.Н. Копьев

2014 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем; формирование знаний об основных принципах выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей 1, 3, 6 и 7 основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»:

– выпускники будут обладать общенаучными и инженерными знаниями, практическими навыками и универсальными компетенциями, гарантирующими высокое качество их подготовки к профессиональной деятельности в области электроэнергетики и электротехники);

– выпускники станут гармонично развитыми личностями, лидерами в командной работе, готовыми действовать и побеждать в условиях конкурентной среды;

– выпускники будут демонстрировать сплочённость и приверженность воспитанной в университете корпоративной культуре свободы и открытости, интеграции академических ценностей и предпринимательских идей, соблюдению профессиональной этики и социальной ответственности;

– выпускники будут демонстрировать стремление и способность к непрерывному образованию, совершенствованию и превосходству в профессиональной среде через участие в профессиональных сообществах, осуществление наставнической и рационализаторской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к профессиональному циклу базовой части модуля для профилей: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрические станции», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника», «Электроэнергетические системы и сети».

Дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

Б1.М4.9.1 Электроэнергетические системы и сети,

Б1.М4.9.2 Электрические станции и подстанции,

Б1.М4.9.3 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.

Содержание разделов дисциплины согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

Б1.М5.4.5 Автоматика энергосистем,

Б1.М4.13 Учебно-исследовательская работа студентов.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т. ч. в соответствии с ФГОС

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	**Знания**	**Код**	**Умения**	**Код**	**Владение опытом**
Р1. Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественнонаучные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчёта и анализа *электрических устройств, объектов* и *систем*.	З.1.1	основные направления философии, методы и приёмы философского анализа проблем; основные закономерности развития России и её роль в истории человечества и в современном мире; лексический минимум иностранного языка общего и профессионального характера, основные положения экономической науки;	У.1.1	самостоятельно анализировать социально-политическую и научную литературу; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа решать практические задачи экономического характера в сфере профессиональной деятельности;	В.1.1	критического восприятия информации; методами оценки экономических показателей применительно к объектам профессиональной деятельности
	З.1.2	основных понятий и содержание классических разделов высшей математики (аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теорий вероятности, математической статистики, функций комплексного переменного и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений)	У.1.2	применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере	В.1.2	методов математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники
	З.1.3	основных физических явлений и законов механики, электротехники, органиче-	У.1.3	выявлять физическую сущность явлений и процес-	В.1.3	анализа физических явлений в электрических устройствах, объ-

		ской и неорганической химии теплотехники, оптики, ядерной физики и их математическое описание		сов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты		ектах и системах
Р4. Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния *электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники*, интерпретировать данные и делать выводы	З.4.1	типовых стандартных приборов, устройств, аппаратов, программных средств, используемых при экспериментальных исследованиях	У.4.1	проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики и электротехники	В.4.1	работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
	З.4.2	основных методов экспериментальных исследований объектов и систем электроэнергетики и электротехники;	У.4.2	анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; планировать эксперименты для решения определенной задачи профессиональной деятельности	В.4.2	экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники; математической обработки результатов и составления научно-технических отчетов
Р5. Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области *электроэнергетики и электротехники*.	З 5.1	инструментария для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике и электротехнике	У 5.1	рассчитывать режимы работы электроэнергетических и электротехнических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических и электротехнических объектов	В 5.1	использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электроэнергетики и электротехники
	З5.2	основных способов выработки электроэнергии; технологии производства электроэнергии на тепловых, атомных, гидравлических, ветряных электростанциях; нетрадиционные и	У 5.2	рационально использовать сырьевые, энергетические и другие виды ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах	5.2	применения современных методов разработки ресурсо- и энергосберегающих и экологически чистых технологий использования электроэнергии

		возобновляемые источники электроэнергии				
Р8. Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчётов и обмена технической информацией в областях *электроэнергетики и электротехники*.	З.8.1	основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации	У. 8. 1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности	В.8. 1	использования современных технических средства и информационных технологий в профессиональной области
	З.8.2	государственного языка, моральных, правовых, культурных и этических норм, принятых в различных сферах общественной жизни	У. 8. 2	логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; готовностью к использованию одного из иностранных языков	В.8. 2	аргументированного письменного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа, логики различного рода рассуждений; навыками критического восприятия информации

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
Р1	Применять знания о современных средствах релейной защиты и автоматики для решения задач повышения надежности работы энергосистем в нормальных и аварийных режимах.
Р4	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования, связанные с построением и функционированием основных типов устройств релейной защиты.
Р5	Уметь выбрать и рассчитать устройства защиты и автоматики для отдельных элементов энергосистемы и проанализировать их поведение при возникновении аварийной ситуации в энергосистеме.
Р8	Использовать современные технические средства и компьютерные программы для коммуникации, презентации, составления отчетов.

4. **Структура и содержание дисциплины**

Введение

Общие положения. История развития техники релейной защиты, перспективы и направления ее совершенствования. Основные принципы построения защит:

токовый, токовый направленный, дистанционный, дифференциальный и дифференциально-фазный

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем. Виды повреждений: трехфазные и двухфазные короткие замыкания, однофазные и двухфазные замыкания на землю, методы их расчета и основные допущения, средства автоматизации расчета токов короткого замыкания. Сложные виды повреждений, влияние переходного сопротивления в месте повреждения. Ненормальные режимы: токи перегрузки и внешних замыканий, качания и нарушения синхронизма.

Темы лабораторных занятий

1.Установки для испытания устройств релейной защиты РЕТОМ 11, РЕТОМ 41, РЕТОМ 51 (4 час).

2. Защита линий напряжением 6-35 кВ. Максимальные токовые защиты: принцип действия, алгоритмы функционирования измерительных органы защиты на различной элементной базе - электромагнитной, индукционной, полупроводниковой и цифровой. Схемы включения трансформаторов тока и измерительных органов защиты. Расчет параметров и оценка чувствительности защит. Область применения, достоинства и недостатки максимальных токовых защит.

Токовые ступенчатые защиты. Принцип выполнения, расчет параметров, примеры схемных решений. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, область применения.

Максимальная токовая направленная защита, назначение, структура. Измерительные органы защиты: индукционные, полупроводниковые и цифровые; характеристики и схемы включения. Структура токовой направленной защиты, расчет параметров. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты.

Принципы выполнения защит от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью: требования к защите; электрические величины, используемые для действия защит; типы защит; фильтр токов нулевой последовательности; расчет параметров.

Темы практических занятий

1. Методика расчета СТЗ линий для цифровых защит (2 час).
2. Защита линий на панели ШЭ 2607 016 (4 час).

3. Защита линий напряжением 110 кВ и более

Дистанционная защита: принцип действия; характеристики измерительных органов дистанционной защиты; реализация обработки входных величин; структурная схема построения защиты. Поведение защиты при возникновении качаний в энергосистеме, принципы выполнения блокировок от качаний. Расчет параметров срабатывания дистанционной защиты. Область применения, достоинства и недостатки.

Продольная и поперечная дифференциальные защиты. Принцип действия, причины возникновения токов небаланса, расчет параметров срабатывания, достоинства и недостатки, область применения

Дифференциально-фазная токовая защита с высокочастотной блокировкой: принцип действия, область применения.

Направленная фильтровая высокочастотная защита: структурная схема выполнения защиты; работа защиты при симметричных и несимметричных замыканий; определение параметров срабатывания защиты; область применения.

Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю: выбор параметров срабатывания защит одиночны линий с двусторонним питанием; особенности расчета защит параллельных линий и линий с ответвлениями.

Темы лабораторных занятий

1.

Темы практических занятий

1. Методика расчета СТЗ линий для цифровых защит (2 час).
2. Выбор параметров срабатывания защит одиночных линий с двусторонним питанием.

4. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов и автотрансформаторов. Защиты трансформаторов от внутренних повреждений: токовая отсечка, дифференциальная защита, газовая защита. Причины погрешностей дифференциальной защиты, выбор тока срабатывания. Сравнительная оценка защит с торможением и без торможения. Защита трансформаторов от внешних замыканий: максимальная токовая защита, максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, защита обратной последовательности, дистанционная защита, защита от внешних замыканий на землю. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Структурные схемы защит трансформатора

Темы лабораторных занятий

1. Защита трансформаторов от внешних замыканий: максимальная токовая защита, максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению

Темы практических занятий

3. Методика расчета дифференциальной защиты трансформатора для цифровых защит (2 час).
4. Дифференциальная защита трансформатора типа P634 на терминале MiCOM (4 час).
5. Методика расчета защит блока генератор-трансформатор для цифровых защит (2 час).
6. Методика расчета защит двигателей для цифровых защит (2 час).

5. Защита генераторов и двигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов. Защиты генераторов от внутренних повреждений: продольная и поперечная дифференциальные защиты, защита от замыканий на землю. Защиты от внешних замыканий: максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, токовая защита обратной последовательности, дистанционная за-

щита. Защиты цепей возбуждения Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты генератора. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита от внутренних повреждений. Групповая защита минимального напряжения Особенности выполнения защиты от замыканий на землю. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты электродвигателя.

Практическое занятие

1. Методика расчета защит двигателей для цифровых защит (2 час).
2. Защита блока генератор-трансформатор на панели типа ШЭ 1111(4 час).
3. Защита двигателей SPAC 810 (4 час).

6. Защита шин. Назначение, принцип действия. Дифференциальная токовая защита шин. Защита шин генераторного напряжения (2 час.)

Практическое занятие

1. Методика расчета дифференциальной защиты шин для цифровых защит (2 час).

7. Резервирование отключения коротких замыканий (4 час)

Ближнее резервирование защит линий 110-220 кВ. Особенности ближнего резервирования линий напряжением 330 кВ и более. Вопросы ближнего резервирования защит понижающих трансформаторов (автотрансформаторов) и сборных шин напряжением 110 кВ и выше. Устройства резервирования при отказе выключателей УРОВ. Выполнение и задачи дальнего резервирования

8. Согласование действия релейной защиты и автоматики. Ускорение действия защиты до и после АПВ. Согласование действия релейной защиты и АЧР на понизительных подстанциях. Предотвращение ложных отключений потребителей при кратковременных снижениях частоты в энергосистеме. Задачи, стоящие в области совершенствования устройств релейной защиты и автоматики. Возможные пути и способы их решения.

Основные методы и алгоритмы, используемые для постановки и решения задач по расчету функциональной и структурной надежности ЭЭС. Основные понятия и правила теории вероятностей (вероятность события, условная вероятность, определение вероятностей сложных событий: суммы, произведения событий, противоположного события, условной и полной вероятности). Вероятностные характеристики одномерной случайной величины.

5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

5.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам;
- подготовку к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- защита лабораторных работ в соответствии графиком выполнения;
- представление результатов индивидуальных домашних работ в форме реферата и презентации;
- ответы на контрольные вопросы;
- опрос студентов на лабораторных занятиях.

6. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	**Результаты обучения по дисциплине**
Выполнение и защита лабораторных работ	Р4
Презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели	Р8
Опрос студентов на практических занятиях	Р1, Р5, Р8
Экзамен	Р1, Р5, Р8

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защите лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы, выносимые на экзамен (прил. 1, 2).

7. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Дьяков, Анатолий Федорович Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. — 2-е изд., стер.. — Москва: МЭИ, 2010. — 336 с.: ил. + Прил.: 2 л. схемы. — Список литературы: с. 325-331.. — ISBN 978-5-383-00467-8.
2. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. — М.: Энергоатомиздат, 2007. 549 с.: ил.
3. Киреева, Эльвира Александровна Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебник для среднего профессионального образования / Э. А. Киреева, С. А. Цырук. — Москва: Академия, 2014. — 287 с.: ил.. — Профессиональное образование. Энергетика. — Библиогр.: с. 282.. — ISBN 978-5-4468-0830-4.
4. Копьев, Владимир НиколаевичРелейная защита [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Копьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 7.94 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Дополнительная литература

1. А.М.Федосеев, М.А.Федосеев. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебник для вузов.- 2-е изд., М.: Энергоатомиздат, 1992 -528с.

1. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. Учебное пособие для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1998 -800с
2. Беркович М.А., Комаров А.Н., Семенов В.А. Основы автоматики энергосистем. М.: Энергоиздат, 1981.-432 с.
3. Беркович М.А, Молчанов В.В., Семенов В.А. Основы техники релейной защиты. М.:Энергоатомиздат, 1984.-376 с.
4. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов.-М.:Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. -504 с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы:

1. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов и переходных процессов «Мустанг».

2. Профессиональный программный комплекс для расчета токов КЗ и уставок РЗ «АРМ СРЗА».

3. *Internet*-ресурсы:

Сайт «Сименс» http://www.ptd.siemens.ru/

Сайт **НПП «Экра»** http://www.ekra.ru/company/

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

– лабораторные работы проводятся в специализированных учебных лабораториях; при выполнении лабораторных работ используются профессиональные программные комплексы;

– лекции читаются в учебных аудиториях с использованием технических средств; материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Лаборатория релейной защиты	8 корпус, 320 аудитория, 10 компьютеров

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» подготовки бакалавров.

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы» (протокол № 41 от 10.09.2014 г.)

Автор _____ В.Н. Копьев, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС.

Рецензент _____ А.В. Шмойлов, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС.

Приложение 1

Примеры заданий для рубежного контроля

3.1. Величина погрешности трансформатора тока при увеличении кратности первичного тока…

1 не меняется
2. уменьшается
3. увеличивается
4. зависит от класса точности трансформатора тока

3.2. Недопустимым режимом работы для трансформатора тока является…

1. режим закороченной вторичной обмотки
2. режим больших кратностей первичного тока
3. режим малой кратности первичного тока
4. режим разомкнутой вторичной обмотки

3.3. Аварийным режимом работы для трансформаторов напряжения является…

1. холостой ход
2. короткое замыкание
3. нагрузка выше номинальной
4. нагрузка меньше номинальной

3.4. Время срабатывания максимальной токовой защиты **МТЗ4**

1. должно быть максимальным по сравнению с другими защитами участка
2. должно быть минимальным по сравнению с другими защитами участка
3. может быть любым
4. должно быть не менее 0,5 сек

Приложение 2

Примеры экзаменационных вопросов

1. Основные допущения и методы расчета трехфазных, двухфазных коротких замыканий, однофазные замыканий на землю для целей релейной защиты и автоматики
2. Выполнение и расчет защит трансформаторов от внешних замыканий на землю.
3. Максимальные токовые защиты: принцип действия, расчет параметров и оценка чувствительности защит. Область применения, достоинства и недостатки максимальных токовых защит.
4. Виды повреждений и ненормальных режимов генераторов. Принципы выполнения защит генераторов от внутренних повреждений.
5. Токовые ступенчатые защиты: принцип выполнения, расчет параметров. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения.