



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
**«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
<p>ПК-1: Способен выполнять работы по обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации и требуемых технологических режимов работы электроустановок и электротехнического оборудования</p>	<p>Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение, виды, принцип действия и технические данные электротехнического оборудования элементов РЗА - назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации; - виды повреждений и ненормальных режимов объектов энергосистемы на уровне их математического описания; - область применения средств релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций; - принципы построения релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций; - структурные и упрощённые принципиальные схемы основных типов систем релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - контролировать состояние релейной защиты и электроавтоматики; - выбрать и рассчитать устройства защиты и автоматики для отдельных элементов энергосистемы; - анализировать поведение устройств защиты и автоматики при возникновении аварийной ситуации в энергосистеме; <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчёта параметров и характеристик средств релейной защиты и противоаварийной автоматики; - методиками проектирования средств релейной защиты и противоаварийной автоматики.

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задания на контрольную работу для студентов заочной формы обучения.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий открытого и закрытого типов.

1.3 Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	сведений		исследование новые релевантные задаче данные	релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ПК-1: Способен выполнять работы по обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации и требуемых технологических режимов работы электроустановок и электротехнического оборудования.

Тестовые задания открытого типа

1. Свойство релейной защиты, обеспечивающее отключение при коротком замыкании только поврежденного элемента системы с помощью выключателей называется: _____

Ответ: селективность

2. Способность защиты срабатывать при повреждении в зоне действия и минимальном режиме работы системы с необходимым запасом называется: _____

Ответ: чувствительность

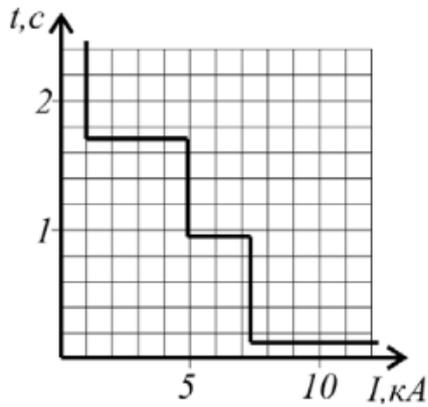
3. способность защиты срабатывать при повреждении в зоне действия и минимальном режиме работы системы с необходимым запасом называется: _____

Ответ: надежность

4. Вид селективности защит, у которых зона действия не зависит от режима работы системы и определяется местами установки трансформаторов тока (отсечка, дифференциальные защиты): _____

Ответ: абсолютная

5. Вид характеристики защиты, представленной на рисунке, называется: _____



Ответ: независимая

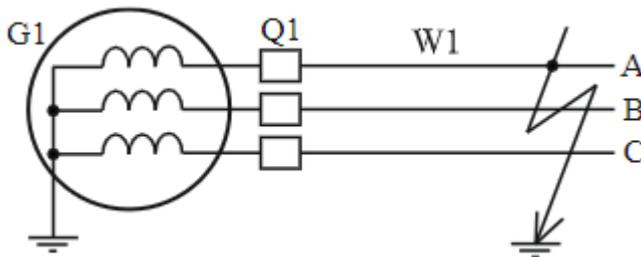
6. Буквенное обозначение указательных реле на схемах: _____

Ответ: КН

7. Для устройств релейной защиты расчетной величиной является погрешность ТТ не более: _____ %

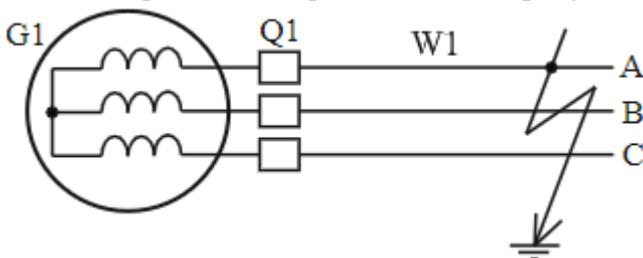
Ответ: 10

8. Вид повреждения, приведенный на рисунке: _____



Ответ: однофазное короткое замыкание

9. Вид повреждения, приведенный на рисунке: _____



Ответ: однофазное замыкание на землю

10. Измерительным органом дистанционной защиты является: _____

Ответ: реле сопротивления

11. Для ускорения повторного включения ЛЭП и уменьшения времени пере-рыва питания потребителей широко используются специальные устройства _____

Ответ: автоматического повторного включения (АПВ)

12. Селективность простой МТЗ с нижестоящими защитами обеспечивается: _____

Ответ: отстройкой по времени срабатывания

13. Основной защитой для обычного фидера 10 кВ является: _____

Ответ: максимальная токовая защита (МТЗ)

14. Режим, в котором должен работать измерительный трансформатор тока: _____

Ответ: короткого замыкания

15. Отличием токовой отсечки от максимальной токовой защиты является то, что токовая отсечка не предусматривает: _____

Ответ: задержку времени срабатывания

16. Защита электрических объектов от токов аварий, возникающих внутри контролируемой зоны с абсолютной степенью селективности без выдержки времени достигается использованием: _____

Ответ: дифференциальной защиты

17. Назначение торможения в дифференциальных защитах заключается в: _____

Ответ: отстройке от токов небаланса при внешних КЗ

18. Вид селективности продольной дифференциальной защиты линии: _____

Ответ: абсолютная

19. Автоматика электрических сетей напряжением выше 1 кВ, предназначенная для отключения выключателя последующего участка при отказе выключателя предыдущего участка в аварийных ситуациях: _____

Ответ: устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

20. Режимная автоматика, направленная на предотвращение образования лавины частоты и сохранения целостности этой системы, принцип действия которой заключается в отключении наименее важных потребителей электроэнергии при внезапно возникшем дефиците активной мощности в системе: _____

Ответ: автоматическая частотная разгрузка (АЧР)

21. Поддержание на зажимах генератора номинального напряжения при всех возможных режимах работы генератора осуществляется устройством: _____

Ответ: автоматического регулирования возбуждения генератора (АРВ)

22. Для автоматического управления РПН трансформаторов на понижающих подстанциях используются устройства: _____

Ответ: автоматического регулирования коэффициента трансформации (АРКТ)

23. Для обеспечения бесперебойного электроснабжения ответственных потребителей путем автоматического их переключения на резервный источник питания используется устройство: _____

Ответ: Автоматического включения резервного питания (АВР)

Тестовые задания закрытого типа

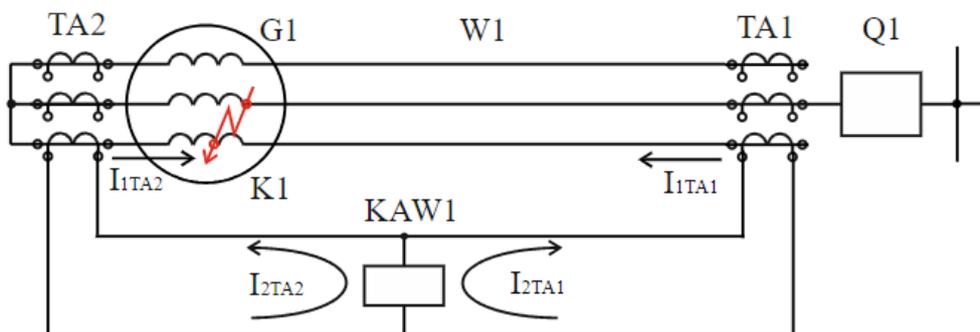
24. АПВ не предусматривается:

1. для воздушных линий
2. для кабельных линий
3. для трансформаторов
4. для генераторов

25. Дифференциальная защита трансформатора реагирует:

1. на перегрузку трансформатора
2. на внешнее КЗ
3. на КЗ на выводах трансформатора
4. на витковое замыкание в обмотке

26. Вид защиты генератора, изображенный на рисунке: _____



1. продольная дифференциальная защита
2. поперечная дифференциальная защита
3. дистанционная защита
4. максимальная токовая защита

27. Поперечная дифференциальная защита генератора предназначена для выявления:

1. витковых замыканий в обмотке статора
2. витковых замыканий в обмотке ротора
3. замыканий обмотки статора на землю
4. замыканий обмотки ротора на землю

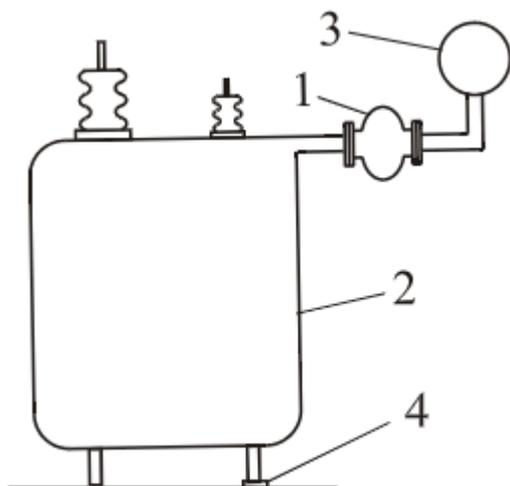
28. Защита электродвигателей от замыкания обмотки статора на корпус реагирует на величину:

1. напряжения нулевой последовательности
2. сопротивления нулевой последовательности
3. **тока нулевой последовательности**
4. фазного тока

29. Защита шин КРУ от возникновения дуговых разрядов осуществляется:

1. продольной дифференциальной защитой
2. поперечной дифференциальной защитой
3. **защитой шин от дуговых замыканий**
4. дистанционной защитой

30. На рисунке газовое реле трансформатора установлено в месте, обозначенном цифрой ____



1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

3.1 Учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы студентами заочной формы обучения.

В рамках контрольной работы студентам требуется выполнить четыре задания.

3.2. Первое задание

3.2.1 Постановка первого задания

Построить качественно векторные диаграммы токов и напряжений при заданном виде удаленного КЗ на линии как в месте повреждения, так и в месте установки защиты (в начале линии).

3.2.2. Алгоритм выполнения первого задания

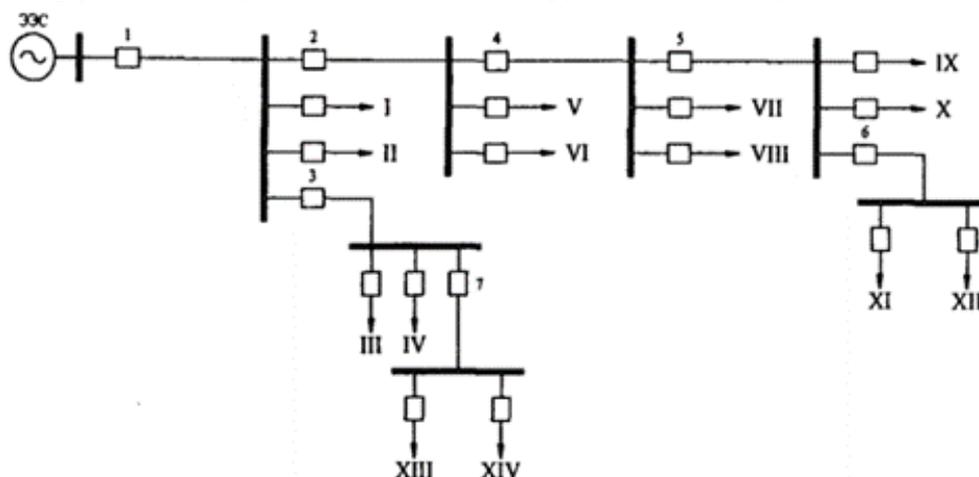
Согласно условиям выполнения работы составляется схема электрической сети в режиме заданного вида КЗ. Схема описывается на основе уравнений Кирхгофа, из которых выражаются искомые величины.

По полученным выражениям, исходя из условия симметричности источника, производится построение векторных диаграмм. При необходимости значения величин, входящих в полученные выражения, могут быть заданы близкими к справочным.

3.3 Второе задание

3.3.1. Постановка второго задания

Для МТЗ 1-6 в сети, изображенной на рисунке, определить токи срабатывания и времена срабатывания МТЗ с независимой характеристикой выдержки времени от междуфазных КЗ. Принять коэффициент отстройки $k_{отс}=1,2$; коэффициент возврата $k_B = 0,9$; коэффициент запуска двигательной нагрузки $k_3=1,5$ и степень селективности $\Delta t = 0,5$ с.



3.3.2 Алгоритм выполнения второго задания

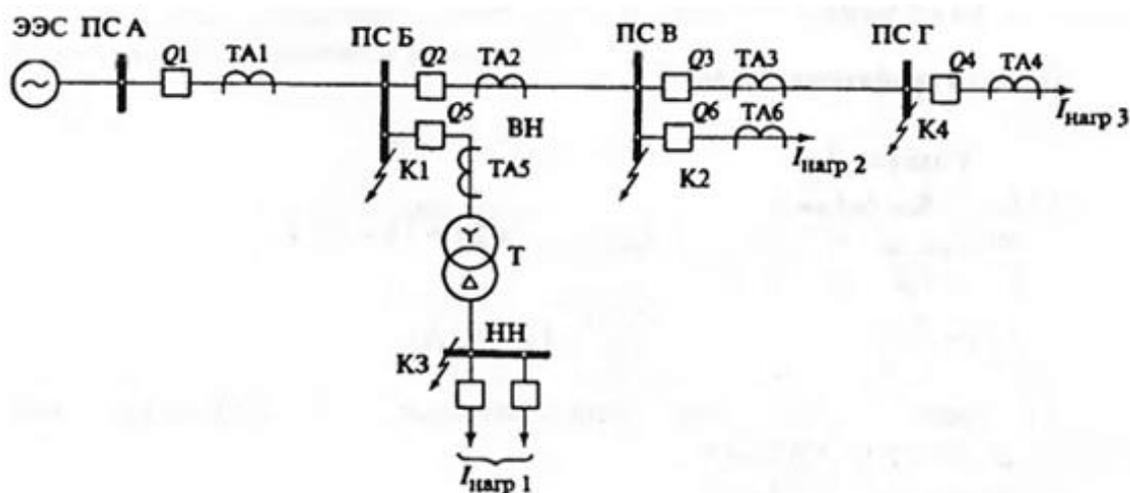
На первом этапе расчетов выбирается время срабатывания МТЗ для каждого участка. Выдержки времени МТЗ выбираются по ступенчатому принципу, согласно которому время срабатывания МТЗ участка сети $t_{сз}$ должно быть больше максимальной выдержки времени защит предыдущих (смежных) участков $t_{сз.см.мах}$ на ступень селективности Δt .

На втором этапе расчетов проводится расчет токов срабатывания МТЗ. При определении тока срабатывания МТЗ необходимо убедиться в выполнении трёх основных условий. Первое из этих условий – ток срабатывания МТЗ $I_{сз}$ должен быть больше максимального рабочего тока $I_{раб.мах}$ в защищаемой линии. Кроме того, ток срабатывания МТЗ должен быть больше тока возврата с учётом запуска электродвигателей, а также должен быть выбран таким образом, чтобы каждая последующая защита была не более чувствительна, чем предыдущая на смежном участке.

3.4 Третье задание

3.4.1 Постановка третьего задания

Для МТЗ 1 и 2 в сети, изображенной на рисунке определить токи срабатывания $I_{сз1}$ и $I_{сз2}$, времена срабатывания $t_{сз1}$ и $t_{сз2}$, а также токи срабатывания реле тока $I_{ср1}$ и $I_{ср2}$ этих защит. Выбрать схему включения реле тока МТЗ 1 и 2 и оценить чувствительность МТЗ 1 и 2.



3.4.2 Алгоритм выполнения третьего задания

На первом этапе расчетов выбираются токи и время срабатывания МТЗ для каждого участка.

На втором этапе выбираются трансформаторы тока для МТЗ 1 и 2, а также схемы их подключения исходя из напряжения электрической сети и особенностей ее структуры.

На третьем этапе с учетом коэффициентов схемы и трансформации трансформаторов тока определяются токи срабатывания и коэффициенты чувствительности.

3.5 Четвертое задание

3.4.1 Постановка четвертого задания

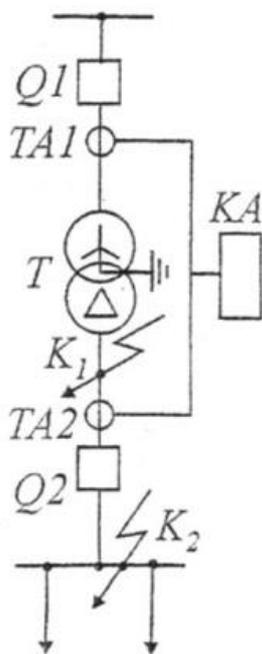
Расчитать защиту трансформатора (основная защита – дифференциальная токовая отсечка; резервная защита – МТЗ; защита от перегрузки). Определить параметры срабатывания и оценить чувствительность основной защиты трансформатора – дифференциальной токовой отсечки. Составить принципиальную схему защиты. Определить ток и время срабатывания и оценить чувствительность резервной защиты трансформатора – МТЗ. Составить принципиальную схему защиты. Определить ток и время срабатывания защиты от перегрузки. На селекционном выключателе НН подстанции есть устройство АВР. В расчетах принять: коэффициент отстройки $k_{отс} = 1,2$, коэффициент запуска $k_з = 1,5$, коэффициент

возврата $k_v = 0.9$; степень селективности времени $\Delta t = 0,5$ с; время срабатывания защит отходящих линий $t_{сзн} = 1,0$ с.

3.5.2 Алгоритм выполнения четвертого задания

На первом этапе осуществляется расчёт параметров ДТО, находятся первичные токи защищаемого трансформатора, выберем трансформаторы тока и схемы их соединения и найдем вторичные токи в плечах защиты.

На втором этапе определяется ток срабатывания ДТЗ в соответствии с двумя условиями. По первому условию ДТЗ не должна срабатывать при бросках тока намагничивания во время включения трансформатора. По второму условию ДТЗ не должна сработать при внешнем КЗ: Далее осуществляется проверка чувствительности защиты ДТО при двухфазном КЗ в точке К1 в минимальном режиме.



На третьем этапе осуществляется расчет МТЗ. Для этого определяется ток и время срабатывания, оценивается чувствительность защиты.

3.6 Контрольная работа оценивается по системе «зачтено / не зачтено». Качественные критерии оценивания контрольной работы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценивания контрольной работы

Оценка	Критерий
«Зачтено»	Ошибки отсутствуют, либо имеются несущественные вычислительные ошибки.
	Методика и порядок расчета верные. Имеются погрешности вычисления, обусловленные невнимательностью при расчетах.
«Не зачтено»	Применена неверная методология, нарушен порядок расчета, имеется серьезная системная ошибка, обусловленные непониманием принципа расчета и приведшие к ошибочному результату.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Преподаватель-разработчик – к.т.н И.Е. Кажекин

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бельх