

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 17:23:03

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a238e198

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования**

**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Пятигорский институт (филиал) СКФУ**

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. заведующего кафедрой  
физики, электротехники и электроэнергетики  
Масютина Г.В.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по  
дисциплине **«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»**

**(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика  
и электротехника

Направленность (профиль)

Передача и распределение электрической  
энергии в системах электроснабжения

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

зочная

Год начала обучения

2021 г

Реализуется в 6,7 семестре

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) в г. Пятигорске**

**Предисловие**

1. Фонд оценочных средств предназначен для проведения текущей и промежуточной аттестации.
2. Фонд оценочных средств текущей и промежуточной (итоговой) аттестации на основе рабочей программы дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденной на заседании Учёного совета СКФУ протокол № \_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.
3. Разработчик \_\_\_\_\_
4. ФОС рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Физики, электротехники и электроэнергетики», протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_. 20\_\_ г.
5. ФОС согласован с выпускающей кафедрой «Физики, электротехники и электроэнергетики», протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_. 20\_\_ г.
6. Проведена экспертиза ФОС. Члены экспертной группы, проводившие внутреннюю экспертизу:  
Председатель \_\_\_\_\_  
Экспертное заключение \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ (подпись)
7. Срок действия ФОС \_\_\_\_\_

# **Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации**

По дисциплине

Релейная защита и автоматизация

электроэнергетических систем

Направление подготовки (специальность)

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль (специализация, магистерская программа)

Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

заочная

Учебный план

2021

Код оцениваемой компетенции (или её части)	Модуль, раздел, тема (в соответствии с Программой)	Тип контроля	Вид контроля	Компонент фонда оценочных средств	Количество заданий для каждого уровня, шт.	
					Базовый	Повышенный
6 семестр						
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	текущий	письменный	Рассчётно-графическая работа	10	-
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	текущий	устный	Индивидуальное задание	20	10
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	текущий	устный	Индивидуальное задание	20	10
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	экзамен	устный	Вопросы к экзамену	70	30
7 семестр						
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	текущий	письменный	Рассчётно-графическая работа	10	-
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	текущий	устный	Индивидуальное задание	20	10
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	текущий	устный	Индивидуальное задание	20	10
ПК-1 ПК-2	Темы 1-17	экзамен	устный	Вопросы к экзамену	40	30

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Вопросы к собеседованию (6 семестр)**

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать

1. Назначение РЗ.
2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных ЭС и основных электроприёмников.
3. Виды КЗ и их векторные диаграммы.
4. Симметричные КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
5. Электромеханические реле и устройства РЗ.
6. Трансформаторы тока.
7. Схемы соединения трансформаторов тока и реле.
8. Трансформаторы напряжения.
9. Схемы соединения трансформаторов напряжения и реле.
10. Вторичные реле прямого действия. Вторичные реле косвенного действия на постоянном оперативном токе.
11. Индукционные измерительные реле и реле направления мощности.
12. Реле времени.
13. Промежуточные реле.
14. Указательные реле.
15. Реакторы и трансреакторы.
16. Магнитные усилители и насыщающиеся трансформаторы тока.
17. Системы, схемы и устройства оперативного тока.
18. Принципы построения и основные типы релейных защит.
19. Принцип построения максимальной токовой защиты.
20. Принцип построения токовой отсечки.
21. Принцип построения максимальной направленной токовой защиты.
22. Защиту предохранителями и автоматическими воздушными выключателями.
23. Защиту воздушных и кабельных ЛЭП.
24. Принцип построения дифференциальной токовой защиты.
25. Продольную дифференциальную защиту линий и её особенности.
26. Поперечную дифференциальную токовую защиту.
27. Принцип действия, виды и характеристики дистанционной защиты.

28. Назначение и основные виды защиты трансформаторов.
29. Газовую защиту трансформаторов.
30. Виды повреждений электродвигателей и виды их защит.

Уметь,  
владеть

1. Производить расчёты токов КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
2. Определять погрешности трансформаторов тока и напряжения.
3. Определять ток срабатывания максимальных токовых защит.
4. Определять зону действия и ток срабатывания токовых отсеков.
5. Рассчитывать ступень селективности максимальной токовой защиты.
6. Рассчитывать ток срабатывания плавкой вставки предохранителя.
7. Рассчитывать ток срабатывания расцепителя автоматического воздушного выключателя.
8. Определять уставку теплового реле тепловой защиты электродвигателя .
9. Выбирать аппараты защиты по рассчитанным параметрам.
10. Выбирать аппараты защиты исходя из технической и экономической целесообразности.
11. Выбирать трансформаторы тока в зависимости от рассчитанных токов КЗ.
12. Выбирать и реализовывать схемы и устройства оперативного тока в зависимости от применяемых типов и органов РЗ.
13. Выбирать способы зарядки аккумуляторов и конденсаторов системы оперативного тока.
14. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с ограниченно зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
15. Определять ступень селективности максимальных токовых защит.
16. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с токовыми отсеками.
17. Рассчитывать токи небаланса дифференциальной токовой защиты.
18. Реализовывать схемное решение продольной дифференциальной защиты линии.
19. Реализовывать схемное решение поперечной дифференциальной защиты линии.
20. Реализовывать схемы дистанционной защиты.
21. Методом выбора параметров аппаратов.
22. Схемными решениями максимальных токовых защит.
23. Принципами размещения максимальных токовых защит.
24. Принципами размещения токовых отсеков.
25. Схемными решениями токовых отсеков.
26. Принципами размещения максимальных направленных токовых защит.
27. Схемными решениями максимальных направленных токовых защит.
28. Методами расчёта токов короткого замыкания на всех участках радиальной линии электропередачи.
29. Методами защиты воздушных и кабельных ЛЭП.
30. Методами составления схем замещения участков электросети.
31. Навыками введения уставок в реле тока.
32. Навыками введения уставок в реле напряжения.
33. Навыками введения уставок в реле времени.
34. Навыками выбора трансформаторов тока для защиты линий

- электропередач.
35. Методами определения селективности действия токовой отсечки линий с односторонним и двухсторонним питанием..
  36. Способами построения дифференциальной защиты линий электропередач.
  37. Навыками сборки схем дифференциальной токовой защиты.
  38. Способами дифференциальной защиты трансформаторов от короткого замыкания.
  39. Способами защиты трансформаторов от длительной перегрузки.
  40. Способами применения газовой защиты трансформаторов.
  41. Фазоповоротные и частотно-зависимые схемы.
  42. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения.
  43. Измерительные реле на основе полупроводниковой неинтегральной элементной базы.
  44. Измерительные реле на основе полупроводниковой интегральной элементной базы.
  45. Измерительные реле на основе микропроцессорной элементной базы.
  46. Управляемые предохранители.
  47. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты.
  48. Дистанционная защита на направленном реле полного сопротивления с эллиптическими характеристиками.
  49. Каскадное действие направленных токовых защит.
  50. Характеристики аппаратов резервного электрооборудования.
  51. Определять зону действия максимальных направленных токовых защит.
  52. Определять токи небаланса дифференциальной токовой защиты трансформатора.
  53. Строить и анализировать векторные диаграммы всех видов КЗ и ненормальных режимов.
  54. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
  55. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с независимой и зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
  56. 6. Составлять алгоритм селективности действия релейной защиты электросети, оснащённой максимальной направленной токовой защитой.
  57. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с тремя реле сопротивления.
  58. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с одним реле сопротивления.
  59. Рассчитывать и строить дифференциальную защиту трансформатора.
  60. Реализовывать схемное решение дифференциальной защиты трансформатора.
  61. Автоматизированным управлением состояниями схем питания потребителей и электроприёмников.
  62. Порядком расчета защиты автоматическими выключателями.
  63. Порядком расчета защиты предохранителями.
  64. Навыками введения уставок в микропроцессорные и компьютерные устройства и органы РЗА.
  65. Методами определения и нейтрализации токов небаланса дифференциальной токовой защиты линий электропередач.
  66. Навыками определения места КЗ с помощью органов дистанционной

- защиты.
67. Способами защиты асинхронных электродвигателей от перегрузки и неполнофазного режима.
  68. Способами защиты синхронных электродвигателей от несинхронной работы.
  69. Методами включения синхронных генераторов в параллельную работу.
  70. Навыками диспетчерского управления.

## **Вопросы к экзамену (7 семестр)**

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать

1. Устройства автоматического управления.
2. Устройства автоматического регулирования.
3. Характеристики регулирования.
4. Назначение АПВ.
5. Классификацию устройств АПВ.
6. Основные требования к схемам АПВ.
7. Устройства АПВ однократно действия.
8. Особенности выполнения схем АПВ на телемеханизированных подстанциях.
9. Особенности выполнения схем АПВ на воздушных выключателях.
10. Принцип выполнения схем АПВ на переменном токе.
11. Схему двукратного АПВ для масляных выключателей.
12. Несинхронное АПВ.
13. Быстродействующее АПВ.
14. АПВ с ожиданием синхронизма.
15. Назначение АВР.
16. Основные требования к схемам АВР.
17. Автоматическое включение резерва на подстанциях.
18. Автоматическое включение резервных трансформаторов на подстанциях.
19. Автоматическое регулирование напряжения в электрических сетях.
20. Автоматическое регулирование напряжения трансформаторов.

Уметь,  
владеть

1. Выбирать методы и характеристики автоматического регулирования параметров энергосистемы.
2. рассчитывать статические и динамические коэффициенты регулирования.
3. Анализировать работу схемы АПВ однократно действия.
4. Анализировать работу схемы двукратного АПВ для масляных выключателей.
5. Выбирать принципы осуществления АВР при разных схемах питания потребителей.
6. Рассчитывать уставки АВР.
7. Анализировать схемы АВР различного назначения.
8. Анализировать схемы устройств автоматического включения генераторов на параллельную работу.
9. Выбирать способы регулирования частоты в энергосистеме.

10. Анализировать работу схем автоматической частотной разгрузки.
11. Методикой определения времени автоматического возврата схемы АПВ в исходное положение.
12. Навыками работы с устройством автоматического повторного включения типа «АПВ – 2П».
13. Методикой расчёта уставок устройств АПВ.
14. Методикой расчёта уставок устройств АВР.
15. Навыками включения синхронных генераторов на параллельную работу методом точной синхронизации.
16. 6. Навыками включения синхронных генераторов на параллельную работу методом самосинхронизации.
17. Навыками автоматического регулирования напряжения на шинах электростанций.
18. Навыками выбора схем устройства резервирования отказов выключателя.
19. Методикой согласования действия устройств АВР, АПВ, АЧР.
20. Методикой анализа работы схем автоматической частотной разгрузки.
21. Принцип ускорения защиты после АПВ.
22. Принцип ускорения защиты до АПВ .
23. Сетевые АВР.
24. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
25. Автоматическое регулирование напряжения на шинах подстанции.
26. Принципы автоматического регулирования частоты в энергосистеме.
27. Принципы автоматического регулирования перетоков мощности.
28. Основы диспетчерского управления.
29. Принципы автоматической частотной разгрузки.
30. Назначение и классификацию устройств противоаварийной автоматики.
31. Реализовывать схемы ускорения защиты после АПВ.
32. Реализовывать схемы ускорения защиты до АПВ.
33. Реализовывать схемы АВР на постоянном оперативном токе.
34. Реализовывать схемы АВР на переменном оперативном токе.
35. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
36. Реализовывать схемы автоматического включения резерва линий и отдельных энергообъектов.
37. Составлять и формулировать требования к устройствам противоаварийной автоматики.
38. Составлять алгоритм автоматической частотной разгрузки.
39. Навыками автоматизированного управления состоянием схем питания потребителей и электроприёмников.
40. Навыками регулирования частоты в энергосистеме
41. Навыками введения уставок в микропроцессорные и компьютерные устройства и органы систем автоматики.
42. Навыками работы с испытательными установками для проверки простых защит.
43. Навыками работы с испытательными установками для проверки сложных защит.
44. Навыками сбора оперативной информации о работе электроэнергетических систем.



45. Навыками оперативных переключений в системах автоматики.
46. Навыками применения устройств автоматического управления и регулирования.
47. Навыками выбора устройств автоматики.
48. Навыками диспетчерского управления.

## 1. Критерии оценивания компетенций

*Оценка «отлично»* выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

*Оценка «хорошо»* выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

*Оценка «удовлетворительно»* выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

*Оценка «неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

## 2. Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ( $20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$ ), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>35 – 40</b>	Отлично
<b>28 – 34</b>	Хорошо
<b>20 – 27</b>	Удовлетворительно

## 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о

проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 теоретических вопроса и 1 практический вопрос (задача). На обратной стороне билета указывается уровень сложности билета (*базовый* или *Повышенный уровень*).

Для подготовки по билету отводиться 20 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, справочными таблицами.

При проверке практического задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов, выполнение действий с размерностью.

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Комплект индивидуальных заданий**  
**по дисциплине «Релейная защита и автоматизация ЭЭС»**  
**6-й семестр**

**Задание 1.**

**Базовый уровень.**

Вариант 1. Описать основные требования, предъявляемые к релейной защите и основные принципы её построения

Вариант 2. Описать виды ненормальных режимов и повреждений в электрических сетях и электроустановках.

Вариант 3. Трёхфазное короткое замыкание. Описать граничные условия, привести векторные диаграммы и расчётные формулы токов и напряжений в месте КЗ и на шинах подстанции.

Вариант 4. Двухфазное короткое замыкание. Описать граничные условия, привести векторные диаграммы и расчётные формулы токов и напряжений в месте КЗ и на шинах подстанции

Вариант 5. Однофазное короткое замыкание на землю. Описать граничные условия, привести векторные диаграммы и расчётные формулы токов и напряжений в месте КЗ и на шинах подстанции

Вариант 6. Трансформатор тока. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 7. Трансформатор тока. Рассчёт его максимальной нагрузки и максимальной погрешности.

Вариант 8. Трансформатор напряжения. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 9. Реле максимального тока с независимой характеристикой. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 10. Реле максимального тока с зависимой характеристикой. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 11. Реле максимального напряжения. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 12. Реле минимального напряжения. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 13. Электромеханическое реле времени. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, методы установки и проверки заданных характеристик.

Вариант 14. Электронное реле времени. Привести его упрощенное изображение, блок – схему, описать принцип действия, методы установки и проверки заданных характеристик.

Вариант 15. Промежуточное реле. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, назначение, методы проверки заданных характеристик.

Вариант 16. Двухпозиционное реле. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, назначение, область применения, методы проверки заданных характеристик.

Вариант 17. Электротепловое реле. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, назначение, область применения, методы проверки заданных характеристик.

Вариант 18. Плавкий предохранитель. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, назначение, область применения, методы проверки заданных характеристик.

Вариант 19. Разрядник. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, назначение, область применения, методы проверки заданных характеристик.

Вариант 20. Автоматический воздушный выключатель. Привести его упрощенное изображение, описать принцип действия, назначение, область применения, методы проверки заданных характеристик.

### **Задание 1.**

#### **Повышенный уровень.**

Вариант 1. Индукционные реле. Принцип действия и выполнение. Привести его упрощенное изображение с приведением графиков и векторных диаграмм, указать его назначение и область применения.

Вариант 2. Индукционные измерительные реле тока серии РТ-80 и РТ-90. Привести их упрощенное изображение и характеристики.

Вариант 3. Реле направления мощности. Привести его упрощенное изображение, описать угловую характеристику и указать его назначение и область применения. Дать определение зоне чувствительности.

Вариант 4. Цифровые интегральные микросхемы, элементы микроЭВМ и логической части устройств релейной защиты и автоматики.

Вариант 5. Электромагнитные элементы автоматики. Реакторы, трансреакторы. Привести их упрощенные изображения, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать их назначение и область применения.

Вариант 6. Электромагнитные элементы автоматики. Магнитные усилители и насыщающиеся трансформаторы тока. Привести их упрощенные изображения, описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать их назначение и область применения.

Вариант 7. Электромагнитные элементы автоматики. Фазоповоротные и частотнозависимые схемы. Описать принцип действия с приведением графиков и векторных диаграмм, указать их назначение и область применения.

Вариант 8. Электромагнитные элементы автоматики. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Описать принцип действия с приведением векторных диаграмм, указать их назначение и область применения.

Вариант 9. Электромагнитные элементы автоматики. Фильтр тока нулевой последовательности. Описать принцип действия с приведением векторных диаграмм, указать назначение и область применения.

Вариант 10. Электромагнитные элементы автоматики. Фильтр напряжения обратной последовательности. Описать принцип действия с приведением векторных диаграмм, указать назначение и область применения.

## **Задание 2.**

### **Базовый уровень.**

В соответствии со своим вариантом выбрать соответствующий вид релейной защиты, описать принцип её действия, размещение, привести возможные принципиальные схемы:

Вариант 1. Максимальная токовая защита (МТЗ). Принцип действия МТЗ. Размещение МТЗ.

Вариант 2. Схемы включения пусковых органов МТЗ. Трёхфазная схема. Двухфазная схема с соединением трансформаторов тока в неполную звезду. Двухфазная однорелейная схема с соединением трансформаторов тока на разность тока двух фаз.

Вариант 3. Ток срабатывания пусковых токовых реле МТЗ. Коэффициент чувствительности МТЗ.

Вариант 4. Выдержка времени МТЗ. МТЗ с независимой характеристикой времени срабатывания. МТЗ с зависимой характеристикой времени срабатывания. Согласование выдержек времени МТЗ с зависимой и независимой характеристиками времени срабатывания.

Вариант 5. Токовая отсечка (ТО). ТО на линиях с односторонним питанием.

Вариант 6. Токовая отсечка (ТО). ТО на линиях с двусторонним питанием.

Вариант 7. Сочетание ТО с МТЗ.

Вариант 8. Защита воздушных и кабельных линий электропередач. Назначение и основные виды защиты. Максимальная направленная защита.

Вариант 9. Защита предохранителями. Выбор предохранителей. Особенности выбора предохранителей в сетях 0,4 кВ. Согласование релейной защиты с предохранителями, защищающими трансформаторы.

Вариант 10. Защита автоматическими воздушными выключателями. Выбор автоматических воздушных выключателей.

Вариант 11. Оперативный ток. Постоянный оперативный ток. Источники и схемы питания. Контроль изоляции сети постоянного тока.

Вариант 12. Оперативный ток. Переменный оперативный ток. Источники переменного оперативного тока. Схемы питания переменным оперативным током непосредственно от трансформаторов тока.

Вариант 13. Продольная дифференциальная защита.

Вариант 14. Токовая поперечная дифференциальная защита двух параллельных линий.

Вариант 15. Направленная поперечная дифференциальная защита двух параллельных линий.

Вариант 16. Дистанционная защита. Принцип действия, виды и характеристики дистанционной защиты.

Вариант 17. Дистанционная защита. Реле полного сопротивления на выпрямленных токах.

Вариант 18. Дистанционная защита. Направленное реле полного сопротивления на индукционной системе. Схемы включения реле сопротивления.

Вариант 19. Защита трансформаторов.

Вариант 20. Защита электродвигателей.

## **Задание 2.**

### **Повышенный уровень.**

Вариант 1. Явление «качания» в электрических сетях. Блокировка от качаний.

Вариант 2. Токовая отсечка. Выбор тока срабатывания токовой отсечки радиальной линии.

Вариант 3. Токовая отсечка. Выбор тока срабатывания токовой отсечки магистральной линии.

Вариант 4. Продольная дифференциальная защита. Ток срабатывания и ток небаланса дифференциальной защиты с циркулирующими токами.

Вариант 5. Дистанционная защита. Расчёт уставок дистанционной защиты.

Вариант 6. Максимальная токовая защита. Расчёт уставок максимальной токовой защиты. Расчёт ступени селективности.

Вариант 7. Защита трансформаторов. Расчёт токов небаланса, возникающих вследствие неравенства вторичных токов и разнотипности трансформаторов тока.

Вариант 8. Защита трансформаторов. Расчёт токов небаланса, возникающих вследствие неодинаковой схемы соединения обмоток трансформаторов.

Вариант 9. Защита трансформаторов. Защита от сверхтоков и защита от перегрузки.

Вариант 10. Защита электродвигателей. Особенности защиты синхронных электродвигателей.

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка	Критерий
5	Выполнены все задания. Дано упрощённое изображение реле, описан принцип его действия, приведена схема электрическая принципиальная и описан алгоритм его действия. Описан принцип действия релейной защиты, её назначение. Приведены схемы размещения. Дана блок-схема микропроцессорного аналога реле или релейного терминала. При необходимости приведены векторные диаграммы воздействующих или регистрируемых токов и напряжений.
4	Выполнены все задания. Дано упрощённое изображение реле, описан принцип его действия, приведена схема электрическая принципиальная, алгоритм его действия описан недостаточно корректно. Описан принцип действия релейной защиты, её назначение. Приведены схемы размещения. Приведённые векторные диаграммы воздействующих или регистрируемых токов и напряжений в недостаточной степени характеризуют описываемое реле.
3	Выполнены все задания. При описании принципа действия реле и его схемы электрической принципиальной допущены ошибки. Описан принцип действия релейной защиты, её назначение. В схемах размещения допущены ошибки соединений. Векторные диаграммы воздействующих или регистрируемых токов и напряжений недостаточно характеризуют описываемое реле.
2	Остальные случаи.

## **7-й семестр**

### **Задание 1.**

#### **Базовый уровень.**

- Вариант 1. Автоматика электроэнергетических систем. Устройства автоматического управления.
- Вариант 2. Автоматика электроэнергетических систем. Устройства автоматического регулирования. Характеристики регулирования.
- Вариант 3. Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение и основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
- Вариант 4. Автоматическое повторное включение (АПВ). Классификация устройств АПВ. Основные требования, предъявляемые к схемам АПВ.
- Вариант 5. Автоматическое повторное включение (АПВ). Выбор уставок схем АПВ для линий с односторонним питанием.
- Вариант 6. Расчёт параметров АПВ. Время автоматического возврата АПВ.
- Вариант 7. Схемы устройств АПВ линий с односторонним питанием. Релейно – контактные устройства АПВ на переменном оперативном токе.
- Вариант 8. Схемы устройств АПВ линий с односторонним питанием. Релейно – контактное устройство АПВ однократного действия на выпрямленном оперативном токе.
- Вариант 9. Ускорение действия защиты при АПВ. Ускорение защиты после АПВ.
- Вариант 10. Ускорение действия защиты при АПВ. Ускорение защиты до АПВ.
- Вариант 11. Двукратное АПВ. Схема двукратного АПВ для масляных выключателей.
- Вариант 12. Двукратное АПВ. Устройство автоматического повторного включения типа АПВ-2П.
- Вариант 13. Особенности устройств автоматического повторного включения линий с двусторонним питанием.
- Вариант 14. Трёхфазное АПВ на линиях с двусторонним питанием.
- Вариант 15. Несинхронное АПВ.
- Вариант 16. Быстродействующее АПВ.
- Вариант 17. Устройство трёхфазного АПВ без контроля синхронизма линий с двусторонним питанием. Релейно – контактное несинхронное АПВ.
- Вариант 18. АПВ с ожиданием синхронизма.
- Вариант 19. АПВ шин.
- Вариант 20. АПВ электродвигателей.

### **Задание 1.**

#### **Повышенный уровень.**

- Вариант 1. Виды и принципы управления электрическими аппаратами и сигнализацией на подстанциях.
- Вариант 2. Телемеханические системы. Системы ТУ – ТС.
- Вариант 3. Телемеханизация и диспетчеризация.
- Вариант 4. Характеристика основных узлов цифровых устройств релейной защиты.
- Вариант 5. Программное обеспечение и измерительные органы цифровой защиты.
- Вариант 6. Обработка информации в цифровых РЗ.
- Вариант 7. Микросхемное устройство реле автоматического повторного включения РПВ-01.
- Вариант 8. Особенности АПВ на параллельных линиях и линиях с двусторонним питанием.
- Вариант 9. Сочетание АПВ с релейной защитой.
- Вариант 10. Наладка и обслуживание устройств АПВ.

### **Задание 2.**

## **Базовый уровень.**

- Вариант 1. Автоматическое включение резерва (АВР). Назначение устройств АВР и основные требования, предъявляемые к ним.
- Вариант 2. Автоматическое включение резерва на подстанциях.
- Вариант 3. Автоматическое включение резервных трансформаторов на электростанциях.
- Вариант 4. Сетевые АВР.
- Вариант 5. Расчёт уставок АВР.
- Вариант 6. Пусковой орган минимального напряжения.
- Вариант 7. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ). Назначение и способы резервирования.
- Вариант 8. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ). Принцип действия и схемы УРОВ.
- Вариант 9. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ). Выбор уставок УРОВ.
- Вариант 10. Противоаварийная автоматика. Назначение и виды устройств противоаварийной автоматики..
- Вариант 11. Противоаварийная автоматика. Принципы выполнения устройств противоаварийной автоматики..
- Вариант 12. Противоаварийная автоматика. Основные технические требования, предъявляемые к устройствам противоаварийной автоматики.
- Вариант 13. Противоаварийная автоматика. Примеры схем устройств противоаварийной автоматики.
- Вариант 14. Проводные каналы связи. Назначение, принцип действия, схемы и порядок включения высокочастотных заградителей.
- Вариант 15. Выбор основной аппаратуры и высокочастотных заградителей для проводных каналов связи.
- Вариант 16. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение и основные требования, предъявляемые к устройствам АЧР.
- Вариант 17. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Принцип выполнения АЧР.
- Вариант 18. Частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ). Назначение и основные требования, предъявляемые к устройствам ЧАПВ.
- Вариант 19. Схемы АЧР..
- Вариант 20. Схемы ЧАПВ.

## **Задание 2.**

### **Повышенный уровень.**

- Вариант 1. Цифровая автоматическая система управления частотой и активной мощностью электроэнергетических систем.
- Вариант 2. Микропроцессорная противоаварийная автоматика электроэнергетических систем. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости.
- Вариант 3. Автоматическое включение резерва на подстанциях.
- Вариант 4. Быстродействующее АВР.
- Вариант 5. Выполнение схем АВР с помощью микроэлектронной аппаратуры.
- Вариант 6. Автоматическое включение потребителей после АЧР.
- Вариант 7. Аппаратура, применяемая для АЧР и её обслуживание.
- Вариант 8. Аппаратура, применяемая для УРОВ и её обслуживание.
- Вариант 9. Автоматическое регулирование напряжения в электрических сетях.



Вариант 10. Аппаратура автоматического регулирования напряжения в электрических сетях и её обслуживание.

**Критерии оценивания компетенций**

Оценка	Критерий
5	Выполнены все задания. Принцип действия и алгоритм работы автоматики описан полно и всеобъемлюще. Приведены микропроцессорные аналоги автоматической аппаратуры, способ её выбора и порядок обслуживания. Приведённые временные и векторные диаграммы полностью соответствуют описанному алгоритму работы.
4	Выполнены все задания. Принцип действия и алгоритм работы автоматики описан полно и всеобъемлюще. Способы выбора и порядок обслуживания аппаратуры описаны правильно. Приведённые временные и векторные диаграммы с незначительными отклонениями соответствуют описанному алгоритму работы.
3	Выполнены все задания. Принцип действия и алгоритм работы автоматики описан без существенных ошибок. Способы выбора и порядок обслуживания аппаратуры описаны правильно. Приведённые временные и векторные диаграммы с незначительными отклонениями, но соответствуют описанному алгоритму работы.
2	Остальные случаи.

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Зав. кафедрой «Физики, электротехники  
 и электроэнергетики»  
 \_\_\_\_\_ Н.В. Баландина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

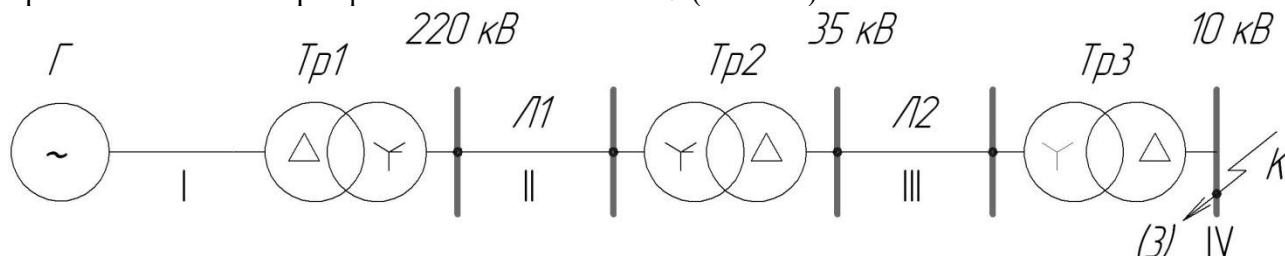
## Комплект заданий для контрольной (расчетно-графической) работы

по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»  
**6 семестр**

Базовый уровень

### Задание 1

Определить начальный сверхпереходный ток в генераторе «Г» и на всех элемента при металлическом трехфазном К.З. на шинах IV (точка К).



До момента К.З. нагрузка генератора соответствовала его номинальным параметрам.

Параметры элементов схемы в зависимости от варианта контрольной работы указаны в таблице 1.

Таблица №1

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра в зависимости от варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$U_{г ном}$ , кВ	13,8	15,75	18	20	24	10,5	13,8	15,75	18	20
$S_{г ном}$ , МВ·А	117,5	132,5	132,5	125,5	157,5	97,5	112,5	117,5	132,5	127,5
$\cos \varphi_{г ном}$	0,85	0,83	0,84	0,87	0,85	0,86	0,83	0,85	0,84	0,85

$x_{\Sigma} d$	0,138	0,127	0,132	0,137	0,135	0,130	0,135	0,137	0,133	0,137
$U_{\text{тр1}} \text{ нн ном, кВ}$	13,8	15,75	18	20	24	10,5	13,8	15,75	18	20
$U_{\text{тр1}} \text{ вн ном, кВ}$	242	242	230	242	242	230	230	242	230	230
$S_{\text{тр1}} \text{ ном, МВ} \cdot \text{А}$	125	160	160	160	160	110	125	125	160	132
$U_{k\text{тр1}} \%$	11	11	10,5	11	11,5	10,5	11	11,5	11	10,5
$l_{\text{л1}}, \text{км}$	140	145	150	155	160	135	125	150	155	175
$x_{\text{уд. л1}} \text{ Ом/км}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
$U_{\text{тр2}} \text{ нн ном, кВ}$	38,5	34,5	38,5	34,5	38,5	34,5	38,5	38,5	34,5	38,5
$U_{\text{тр2}} \text{ вн ном, кВ}$	230	242	230	242	242	230	230	242	230	230
$S_{\text{тр2}} \text{ ном, МВ} \cdot \text{А}$	100	110	100	110	110	90	100	90	100	100
$U_{k\text{тр2}} \%$	12	12,5	11,5	11	11,5	12	12,5	12	11,5	11
$l_{\text{л2}}, \text{км}$	20	25	30	35	40	45	50	45	55	35
$x_{\text{уд. л2}} \text{ Ом/км}$	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35
$U_{\text{тр3}} \text{ нн ном, кВ}$	11	10,5	11	10,5	15	11	15	15	11	15
$U_{\text{тр3}} \text{ вн ном, кВ}$	35	32	38,5	35	38,5	35	35,8	38,5	35	38,5
$S_{\text{тр3}} \text{ ном, МВ} \cdot \text{А}$	6,3	6,3	10	6,3	10	6,3	10	6,3	10	6,3
$U_{k\text{тр3}} \%$	7,5	7,7	8,0	7,0	7,5	8,0	7,0	7,5	7,5	7,5

Оценка «отлично» выставляется студенту, если верно составлена схема замещения радиальной сети; правильно рассчитаны сверхпереходная ЭДС и сверхпереходное индуктивное сопротивление генератора; правильно определены приведённые сопротивления трансформаторов и линий; правильно определен начальный сверхпереходный ток генератора и начальные сверхпереходные токи на всех элементах схемы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если верно составлена схема замещения радиальной сети; правильно рассчитаны сверхпереходная ЭДС и сверхпереходное индуктивное сопротивление генератора; однако допущены незначительные ошибки при определении приведённых сопротивлений трансформаторов и линий, которые привели к ошибкам в определении начального сверхпереходного тока генератора и начальных сверхпереходных токов на элементах схемы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если погрешность расчетов превышает 4%.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не справился с заданием.

## 7 семестр

### Задание 1

Базовый уровень

Для линии с двусторонним питанием по исходным данным, указанным в зависимости от варианта задания в таблице 2, вычислить токи срабатывания и зоны действия максимальных фазных отсеков I и II без выдержки времени, установленных на обоих концах линии I и II. При расчете токов срабатывания учесть, что в любой точке К.З. на землю на линии полные токи в поврежденных фазах с обеих сторон линии меньше токов при трехфазных К.З. на линии.

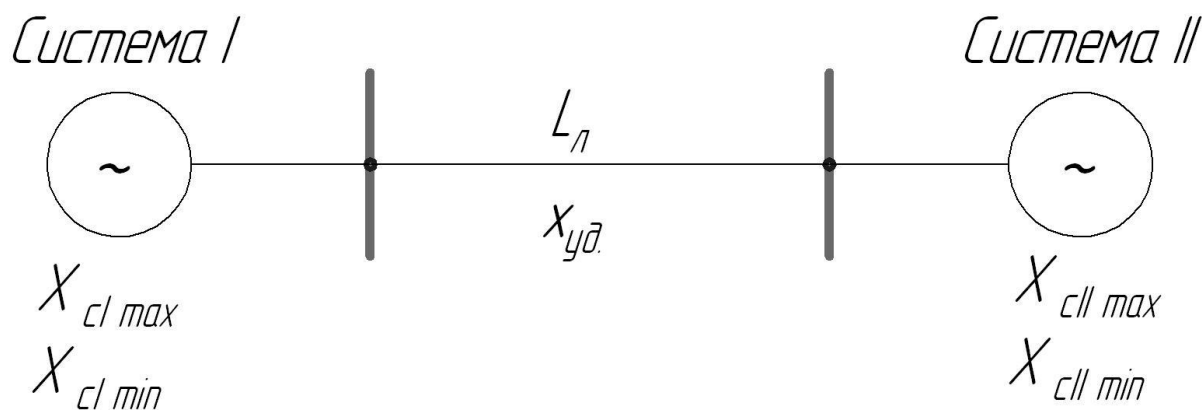


Таблица №2

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра в зависимости от варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$U_{л}, \text{кВ}$	35	35	110	220	330	110	220	330	550	550
$l_{л}, \text{км}$	250	240	230	220	210	210	220	230	300	350
$x_{уд.л}, \text{Ом/км}$	0,4	0,4	0,38	0,38	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33
$x_{сI max}, \text{Ом}$	9,9	10,0	9,6	9,7	9,8	9,6	9,7	9,8	9,8	9,2
$x_{сI min}, \text{Ом}$	13,5	13,7	13,0	13,2	13,1	13,0	13,2	13,1	12,8	12,9
$x_{сII max}, \text{Ом}$	12,5	12,7	12,1	12,5	12,3	12,1	12,5	12,3	12,0	12,0
$x_{сII min}, \text{Ом}$	20,1	20,2	20,0	19,8	19,6	20,0	19,8	19,6	19,5	19,4

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно определены токи трёхфазного КЗ и максимальные токи от качаний; на основании их сопоставления правильно определён ток отсечки; правильно определены токи КЗ в зависимости от удаления от систем I и II и график зависимости этих токов от расстояний соответствует расчётам; графоаналитическим методом правильно определены зоны токовых отсечек для систем I и II в максимальном и минимальном режимах; результаты, полученные графоаналитическим методом, с точностью до 0,5% соответствуют результатам, полученным аналитическим методом.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если правильно определены токи трёхфазного КЗ и максимальные токи от качаний; на основании их сопоставления правильно определён ток отсечки; правильно определены токи КЗ в зависимости от удаления от систем I и II и график зависимости этих токов от расстояний соответствует расчётам; графоаналитическим методом правильно определены зоны токовых отсечек для систем I и II в максимальном и минимальном режимах; результаты, полученные графоаналитическим методом, с точностью до 1% соответствуют результатам, полученным аналитическим методом.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если результаты, полученные графоаналитическим методом, отличаются от результатов, полученных аналитическим методом не более чем на 4%.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не справился с заданием.

### 1. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый

балл, выставяемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	<b>100</b>
Хороший	<b>80</b>
Удовлетворительный	<b>60</b>
Неудовлетворительный	<b>0</b>

## **2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя проверку уровня освоения студентом дисциплины и его способности объединить теоретические знания с практическими и расчетными навыками.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ПК-4... ПК-7, ПК-11.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором и чертёжными инструментами.

При проверке задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов, правильность выполнения векторной диаграммы.

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.