

РАЗДЕЛ 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

4.1 Примерные типовые задания для проведения аттестации¹

Часть А. Теоретические вопросы:

Раздел 1. Основные понятия и виды релейных защит (РЗ)

Тема 1.1. Назначение, функции, требования, предъявляемые к РЗ

1. Назначение и функции релейной защиты электроэнергетических систем.
2. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты (селективность, быстродействие, чувствительность, надежность).
3. Основные элементы релейной защиты: датчики, логические блоки, исполнительные органы.
4. Классификация реле, применяемых в схемах РЗ: по принципу действия, роду тока, назначению.
5. Устройство и принцип действия электромагнитного реле тока и напряжения.
6. Устройство и принцип действия индукционного реле.
7. Устройство и принцип действия теплового реле (реле перегрузки).
8. Назначение и принцип работы промежуточных реле и реле времени.
9. Трансформаторы тока в цепях РЗ: назначение, принцип действия, схемы соединения.
10. Трансформаторы напряжения в цепях РЗ: назначение, принцип действия, схемы включения.
11. Понятие оперативного тока в схемах РЗ. Виды оперативного тока (постоянный, переменный, выпрямленный).
12. Требования к трансформаторам тока и напряжения для цепей РЗ.

Тема 1.3. Токовые защиты

13. Максимальная токовая защита (МТЗ): принцип действия, область применения.
14. Характеристики срабатывания МТЗ: ток срабатывания, выдержка времени, коэффициент чувствительности.
15. Токовая отсечка: принцип действия, отличия от МТЗ, зона действия.
16. Токовые защиты нулевой последовательности: назначение, принцип действия.
17. Дифференциальные защиты: принцип действия, область применения (трансформаторы, генераторы, шины).
18. Дистанционные защиты: принцип действия, органы дистанционной защиты.

Раздел 2. Релейная защита отдельных элементов СЭС

¹ Согласно Приказу Минпросвещения России от 6 ноября 2024 г. № 779 оценочные материалы – являются рабочим инструментом преподавателя и не являются составной частью рабочей программы.

Тема 2.1. Релейная защита электрических сетей и оборудования

19. Защита кабельных линий электропередачи: виды защит, особенности.
20. Защита воздушных линий электропередачи: применяемые защиты (токовые, дистанционные, дифференциальные, ВЧ-защита).
21. Защита силовых трансформаторов: основные виды повреждений и ненормальных режимов.
22. Защита трансформаторов: газовая защита (принцип действия, настройка).
23. Дифференциальная защита трансформаторов: схема, принцип работы, ток небаланса.
24. Защита силовых трансформаторов от перегрузок: тепловая защита, МТЗ на стороне НН.
25. Защита высоковольтных электродвигателей: виды защит (МТЗ, защита от замыканий на землю, защита от перегрузки, минимального напряжения).
26. Защита от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью: принцип действия, устройства контроля изоляции.
27. Принципиальная схема защиты линии от междофазных коротких замыканий.

Тема 2.2. Расчёт установок защит

28. Методика расчёта уставок релейной защиты.
29. Расчёт установок максимальной токовой защиты (МТЗ): выбор тока срабатывания, выдержки времени, проверка чувствительности.
30. Расчёт установок токовой отсечки: выбор тока срабатывания, оценка зоны действия.
31. Выбор схемы соединения трансформаторов тока для различных видов защит (полная звезда, неполная звезда, схема на разность токов двух фаз).

Раздел 3. Противоаварийная автоматика СЭС

Тема 3.1. Устройства автоматики в СЭС

32. Назначение и виды устройств автоматики в системах электроснабжения.
33. Автоматическое повторное включение (АПВ): назначение, виды (однократное, многократное).
34. Требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
35. Схема однократного АПВ воздушной линии: принцип работы, временные параметры.
36. Схема двукратного АПВ: особенности, область применения.
37. Автоматический ввод резерва (АВР): назначение, требования, принцип действия.
38. Схемы АВР на секционном выключателе и на вводе.
39. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР): назначение, принцип действия, очереди отключения.
40. Современные средства релейной защиты и автоматики: микропроцессорные терминалы, их преимущества.

Раздел 4. Защита СЭС от перенапряжений

Тема 4.1. Перенапряжения и защита от перенапряжений

41. Виды перенапряжений в электрических сетях (атмосферные, коммутационные, феррорезонансные).
42. Защита оборудования подстанций от грозовых перенапряжений (молниеотводы, ОПН, разрядники).

- 43. Молниезащита зданий и сооружений: категории, зоны защиты.
- 44. Расчет отклонений напряжения в системе электроснабжения.

Раздел 5. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики

Тема 5.1. Нормы приемосдаточных испытаний

- 45. Наименьшее допустимое сопротивление изоляции аппаратов вторичных цепей и электропроводки до 1000 В.
- 46. Испытание контакторов и автоматических выключателей: методика.
- 47. Проверка схем на нормальное функционирование: цели и порядок.
- 48. Обслуживание цепей оперативного тока: контроль напряжения, проверка источников питания.
- 49. Профилактический контроль устройств релейной защиты и автоматики: виды, периодичность, объём.
- 50. Состав работ при техническом обслуживании устройств РЗА.
- 51. Заполнение отчётной документации по результатам проверки РЗА (протоколы, акты, журналы).
- 52. Особенности технического обслуживания микропроцессорных комплексов релейной защиты: диагностика, обновление ПО, проверка каналов связи.

Тема 5.2. Техническое обслуживание аппаратов управления, защиты и устройств автоматики

- 53. Повседневное обслуживание аппаратуры управления и защиты: перечень операций.
- 54. Профилактические осмотры устройств РЗА: периодичность, объём, оформление результатов.
- 55. Проверка контрольно-измерительных приборов и аппаратуры: методика, нормы точности.
- 56. Испытания и обслуживание магнитных пускателей: проверка втягивания, измерение сопротивления изоляции.
- 57. Испытания и обслуживание контакторов постоянного и переменного тока.
- 58. Методы измерения сопротивления катушек постоянного тока.
- 59. Требования к выполнению работ по техническому обслуживанию аппаратуры автоматизированных систем управления.
- 60. Виды и периодичность технического обслуживания аппаратуры автоматизированных систем управления.
- 61. Технические осмотры и опробования устройств автоматики: состав работ.
- 62. Профилактический контроль аппаратуры автоматизированных систем управления.
- 63. Особенности технического обслуживания микропроцессорных автоматизированных систем управления.

Часть В. Тестовые задания

1. Какое из перечисленных требований НЕ относится к основным требованиям, предъявляемым к релейной защите?

- А) Селективность
- Б) Быстродействие
- В) Экономичность
- Г) Чувствительность

Ответ: В

2 Какой принцип действия использует максимальная токовая защита (МТЗ)?

- А) Реагирование на снижение напряжения
- Б) Реагирование на увеличение тока сверх уставки
- В) Реагирование на изменение направления мощности
- Г) Реагирование на повышение частоты

Ответ: Б

3. Какое реле используется в газовой защите трансформатора?

- А) Реле тока РТ-40
- Б) Газовое реле типа ВГ-80/О
- В) Реле напряжения РН-54
- Г) Промежуточное реле РП-23

Ответ: Б

4. Что такое ток срабатывания релейной защиты?

- А) Наибольший рабочий ток линии
- Б) Минимальное значение тока, при котором защита срабатывает
- В) Ток короткого замыкания в начале линии
- Г) Номинальный ток трансформатора

Ответ: Б

5. Для чего предназначена токовая отсечка?

- А) Для защиты от перегрузок
- Б) Для быстрого отключения коротких замыканий в начале линии
- В) Для резервирования МТЗ
- Г) Для защиты от замыканий на землю

Ответ: Б

6. Какая схема соединения трансформаторов тока обеспечивает наибольшую чувствительность к междуфазным коротким замыканиям?

- А) Схема неполной звезды
- Б) Схема полной звезды
- В) Схема с двумя реле на разность токов двух фаз
- Г) Схема последовательного включения

Ответ: Б

7 Какое устройство автоматики предназначено для восстановления питания потребителей при исчезновении напряжения на одном из вводов?

- А) АПВ
- Б) АВР
- В) АЧР
- Г) УРОВ

Ответ: Б

8. Какое реле применяется в схеме АПВ для создания выдержки времени?

- А) Реле тока
- Б) Реле напряжения
- В) Реле времени
- Г) Газовое реле

Ответ: В

9. Какое устройство отключает часть потребителей при снижении частоты в энергосистеме?

- А) АПВ
- Б) АВР
- В) АЧР (автоматическая частотная разгрузка)
- Г) МТЗ

Ответ: В

10. Каков порядок выбора тока срабатывания токовой отсечки для линии?

- А) $I_{сз} \geq I_{кз(max)}$ в начале линии
- Б) $I_{сз} \geq I_{кз(max)}$ в конце защищаемой линии
- В) $I_{сз} \geq I_{раб.max} \times 1,5$
- Г) $I_{сз} = I_{ном}$ трансформатора

Ответ: Б

11. Какой вид защиты применяется для защиты трансформатора от внутренних повреждений, сопровождающихся выделением газа?

- А) Дифференциальная защита
- Б) Газовая защита
- В) МТЗ на стороне ВН
- Г) Токовая отсечка

Ответ: Б

12. Как расшифровывается УРОВ?

- А) Устройство регулирования отключения выключателя
- Б) Устройство резервирования отказа выключателя
- В) Управление режимом отключения выключателя
- Г) Уровень отключения выключателя

Ответ: Б

13. Какое устройство автоматики осуществляет повторное включение линии после её аварийного отключения?

- А) АВР
- Б) АЧР
- В) АПВ
- Г) УРОВ

Ответ: В

14. Что такое выдержка времени МТЗ по ступенчатому принципу?

- А) Время действия защиты увеличивается по мере удаления от источника питания
- Б) Время действия защиты одинаково на всех участках
- В) Время действия уменьшается по мере удаления
- Г) Защита действует без выдержки времени

Ответ: А

15. Какое реле используется для защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью?

- А) Реле тока нулевой последовательности (типа РТЗ-51)
- Б) Электромагнитное реле тока РТ-40
- В) Промежуточное реле РП-8
- Г) Реле напряжения РН-53

Ответ: А

16. Какое минимальное допустимое сопротивление изоляции вторичных цепей напряжением до 1000 В?

- А) 0,1 МОм
- Б) 0,5 МОм
- В) 1,0 МОм
- Г) 10 МОм

Ответ: В

17. Какой документ оформляется по результатам проверки устройств релейной защиты?

- А) Наряд-допуск
- Б) Протокол проверки РЗА
- В) Акт приёмки оборудования
- Г) Журнал выдачи инструментов

Ответ: Б

18. Какое устройство защиты наиболее распространено для защиты линий 6-10 кВ в распределительных сетях?

- А) Дифференциальная защита
- Б) Дистанционная защита
- В) МТЗ и токовая отсечка
- Г) ВЧ-защита

Ответ: В

19. Что такое чувствительность релейной защиты?

- А) Способность защиты действовать при всех видах повреждений
- Б) Способность защиты отключать только повреждённый элемент
- В) Отношение тока короткого замыкания к току срабатывания
- Г) Быстрота действия защиты

Ответ: В

20. Каким прибором измеряется сопротивление изоляции цепей РЗА?

- А) Амперметром
- Б) Вольтметром
- В) Мегаомметром
- Г) Омметром

Ответ: В

21. Какое реле является основным в дифференциальной защите трансформатора?

- А) Газовое реле
- Б) Дифференциальное реле (типа РНТ-565)
- В) Промежуточное реле
- Г) Реле времени

Ответ: Б

22. Для чего служат трансформаторы тока в цепях РЗА?

- А) Для измерения напряжения
- Б) Для преобразования первичного тока к вторичному значению, удобному для реле
- В) Для гальванической развязки только
- Г) Для преобразования частоты

Ответ: Б

23. Как часто должны проводиться профилактические осмотры устройств РЗА (по ПТЭЭП)?

- А) Ежедневно
- Б) Не реже 1 раза в месяц
- В) Не реже 1 раза в 6 месяцев
- Г) 1 раз в 3 года

Ответ: В

24. Какое напряжение относится к оперативному постоянному току на подстанциях?

- А) 380 В
- Б) 220 В
- В) 12 В
- Г) 6 кВ

Ответ: Б

25. Какой параметр проверяется при испытании автоматического выключателя многократными включениями и отключениями?

- А) Ток срабатывания расцепителя
- Б) Надёжность работы механизма свободного расцепления
- В) Сопротивление изоляции
- Г) Величина сопротивления дугогашения

Ответ: Б

26. Что такое «мёртвая зона» токовой отсечки?

- А) Участок линии, где защита не срабатывает при КЗ из-за недостаточной чувствительности
- Б) Участок линии с постоянным отключением
- В) Зона заземления
- Г) Участок повреждённой изоляции

Ответ: А

27. Какое устройство автоматики обеспечивает отключение выключателя при отказе его собственного привода?

- А) АПВ
- Б) АВР
- В) УРОВ
- Г) АЧР

Ответ: В

28. Какой тип защиты принципиально НЕ требует выдержки времени?

- А) МТЗ
- Б) Токовая отсечка
- В) Защита от перегрузки
- Г) Газовая защита

Ответ: Б

29. Каким образом проверяется правильность функционирования полностью собранной схемы РЗА?

- А) Внешним осмотром
- Б) Подачей контрольных токов и напряжений от постороннего источника (реле-тестер)
- В) Включением под рабочее напряжение без проверки
- Г) Измерением сопротивления изоляции

Ответ: Б

30. Какое преимущество имеют микропроцессорные терминалы РЗА по сравнению с электромеханическими?

- А) Возможность работы без оперативного тока
- Б) Наличие функций самодиагностики и регистрации аварийных событий
- В) Меньший вес
- Г) Отсутствие необходимости в настройке

Ответ: Б

Часть С. Практические задания

Задача 1. Расчёт уставок МТЗ и токовой отсечки (расчётная)

Условие:

Линия 10 кВ питает трансформаторную подстанцию. Максимальный рабочий ток линии $I_{\text{раб.мах}} = 250$ А. Ток короткого замыкания в конце линии $I(3)_{\text{кз}} = 1200$ А. Коэффициент надёжности для МТЗ $K_n = 1,2$. Коэффициент самозапуска $K_{\text{сз}} = 1,5$. Коэффициент возврата $K_v = 0,85$. Коэффициент чувствительности МТЗ в основной зоне должен быть не менее 1,5.

Задания:

1. Рассчитать ток срабатывания МТЗ.
2. Определить ток срабатывания реле при схеме соединения трансформаторов тока в неполную звезду (коэффициент трансформации ТТ = 300/5).
3. Проверить коэффициент чувствительности МТЗ.
4. Рассчитать ток срабатывания токовой отсечки ($K_n = 1,2$ для отсечки).

Решение:**1. Расчёт тока срабатывания МТЗ**

$$I_{\text{сз.МТЗ}} = K_n \times K_{\text{сз}} \times I_{\text{раб.мах}} / K_v = 1,2 \times 1,5 \times 250 / 0,85 = 529,4 \text{ А} \approx 530 \text{ А}$$

2. Расчёт тока срабатывания реле

Схема – неполная звезда, коэффициент схемы $K_{\text{сх}} = 1$ (для фазы).

Коэффициент трансформации ТТ: $K_{\text{ТТ}} = 300/5 = 60$.

$$I_{\text{ср.реле}} = I_{\text{сз.МТЗ}} \times K_{\text{сх}} / K_{\text{ТТ}} = 530 \times 1 / 60 = 8,83 \text{ А}$$

3. Проверка чувствительности МТЗ

$$K_{\text{ч}} = I(3)_{\text{кз}} / I_{\text{сз.МТЗ}} = 1200 / 530 = 2,26 > 1,5 \rightarrow \text{чувствительность достаточна.}$$

4. Расчёт тока срабатывания токовой отсечки

$$I_{\text{сз.отс}} = K_n \times I(3)_{\text{кз}} = 1,2 \times 1200 = 1440 \text{ А}$$

(Отсечка не требует проверки по чувствительности, т.к. защищает только часть линии).

Ответ:

$I_{\text{сз.МТЗ}} = 530$ А, ток срабатывания реле = 8,83 А (принимая 9 А), $K_{\text{ч}} = 2,26$.

$I_{\text{сз.отсечки}} = 1440$ А.

Задача 2. Выбор и проверка трансформатора тока для цепей РЗА**Условие:**

Для линии 10 кВ выбран встроенный трансформатор тока с параметрами: $I_{\text{ном1}} = 400$ А, $I_{\text{ном2}} = 5$ А. Расчётный ток КЗ на линии 10 кА. Нагрузка вторичной цепи $Z_2 = 0,8$ Ом. Сопротивление обмоток прибора $Z_{\text{приб}} = 0,3$ Ом. Сопротивление соединительных проводов $Z_{\text{пров}} = 0,2$ Ом.

Задания:

1. Определить коэффициент трансформации ТТ.
2. Проверить ТТ по термической и динамической стойкости (допустимый ток термической стойкости 25 кА, допустимый ток динамической стойкости 63 кА).
3. Проверить нагрузку на вторичную обмотку.

Решение:

1. Коэффициент трансформации

$$K_{ТТ} = I_{ном1} / I_{ном2} = 400 / 5 = 80$$

2. Проверка по термической стойкости

Расчётный тепловой импульс для ТТ не указан, но сравниваем по току КЗ:

$$I_{кз} = 10 \text{ кА} \leq I_{терм} = 25 \text{ кА} \rightarrow \text{условие выполнено.}$$

3. Проверка по динамической стойкости

$$I_{дин} = 63 \text{ кА} \geq I_{кз} = 10 \text{ кА} \rightarrow \text{условие выполнено.}$$

4. Проверка нагрузки на вторичную цепь

Суммарная нагрузка: $Z_{нагр} = Z_{приб} + Z_{пров} = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ Ом.}$

Допустимая номинальная нагрузка ТТ обычно 0,5-1,2 Ом (для класса точности 10Р).

$$0,5 \leq 0,8 \rightarrow \text{нагрузка допустима.}$$

Ответ: Трансформатор тока выбран правильно.

Задача 3. Анализ схемы защиты (кейс)

Ситуация:

При осмотре трансформатора 10/0,4 кВ обнаружено, что газовая защита не сработала при внутреннем повреждении. Масло в расширителе отсутствует, воздух попал в газовое реле.

Задания:

1. Почему не сработала газовая защита?
2. Каковы возможные причины отсутствия масла?
3. Какие действия должен предпринять электромонтёр по обслуживанию РЗА?

Ответ:

1. Газовая защита реагирует на движение газа, который вытесняет масло. При отсутствии масла в расширителе газовое реле могло быть залито воздухом постоянно, что блокирует его работу. Также возможно, что реле не было залито маслом в верхней части (контакты в воздухе не замыкаются).
2. Причины: утечка масла через уплотнения, недолив при эксплуатации, повреждение расширителя, термосифонного фильтра.
3. Действия:
 - Отключить трансформатор (по согласованию с диспетчером).
 - Проверить уровень масла, добавить трансформаторное масло.
 - Выполнить дегазацию (спуск воздуха) из газового реле.
 - Проверить работу газового реле нажатием на флажок или имитацией газа (согласно инструкции).
 - Произвести пробное включение, проконтролировать работу защиты.
 - Записать в оперативный журнал и составить протокол проверки.

Задача 4. Расчёт коэффициента чувствительности

Условие:

МТЗ линии имеет ток срабатывания $I_{сз} = 600$ А. Ток двухфазного короткого замыкания в конце защищаемой линии $I(2)_{кз} = 950$ А. Коэффициент чувствительности не менее 1,5.

Задание:

1. Рассчитать коэффициент чувствительности.
2. Сделать вывод о соответствии требованиям.

Решение:

$$K_{ч} = I(2)_{кз} / I_{сз} = 950 / 600 = 1,58$$

Вывод: $K_{ч} = 1,58 > 1,5 \rightarrow$ чувствительность достаточна.

Задача 5. Заполнение протокола проверки РЗА (фрагмент)

Ситуация:

Проведена проверка максимальной токовой защиты линии 10 кВ. Результаты:

- Ток срабатывания по расчёту 530 А, фактически – 540 А.
- Выдержка времени расчётная 1,2 с, фактическая – 1,25 с.
- Коэффициент трансформации ТТ 400/5.

Задания:

1. Определить допустимость отклонений (по ПТЭЭП не более $\pm 10\%$ для тока, $\pm 5\%$ для времени).
2. Заполнить фрагмент протокола проверки.

Ответ (фрагмент протокола):

Параметр	Расчётное значение	Фактическое значение	Отклонение (%)	Допустимо
Ток срабатывания, А	530	540	+1,9%	Да
Выдержка времени, с	1,2	1,25	+4,2%	Да
Ктт	$400/5 = 80$	$400/5 = 80$	0%	Да

Заключение: защита исправна и соответствует требованиям.

Задача 6. Расчёт сопротивления катушки постоянного тока

Условие:

Имеется катушка реле РП-23 на напряжение 220 В постоянного тока. Мощность потребления 5 Вт.

Задание:

Рассчитать сопротивление катушки и номинальный ток. Проверить, соответствует ли

измеренное сопротивление 9,5 кОм паспортным данным? Если нет, что это может означать?

Решение:

$$I = P / U = 5 / 220 = 0,0227 \text{ А (22,7 мА)}$$

$$R = U / I = 220 / 0,0227 = 9694 \text{ Ом} \approx 9,7 \text{ кОм}$$

Измеренное 9,5 кОм → отклонение 2,1%, что допустимо (не более ±10%). Выход за пределы ±10% означал бы обрыв или межвитковое замыкание.

Задача 7. Выбор схемы соединения ТТ для МТЗ

Ситуация:

Защита 6 кВ. Трансформаторы тока установлены на фазах А и С (неполная звезда). Ток КЗ на землю мал.

Задания:

1. Какое количество реле тока требуется в этой схеме?
2. Будет ли защита реагировать на замыкания на землю?
3. Как изменится схема, если нужно зафиксировать утечку на землю?

Ответ:

1. Два реле тока (по одному на фазу А и С).
2. Нет, при замыкании на землю токи в фазах А и С могут быть равны, нулевая последовательность отсутствует → защита не работает.
3. Дополнительно устанавливается реле тока нулевой последовательности (ТНП) или трансформатор нулевой последовательности на кабеле.

Задача 8. Расчёт отклонения напряжения

Условие:

Напряжение на шинах 0,4 кВ составляет 395 В. Номинальное напряжение 380 В.

Задание:

1. Рассчитать отклонение напряжения в процентах.
2. Допустимо ли такое отклонение по ГОСТ 32144-2013 (±10% для номинала)?

Решение:

$$\Delta U = (U_{\text{факт}} - U_{\text{ном}}) / U_{\text{ном}} \times 100\% = (395 - 380) / 380 \times 100\% = +3,95\%$$

Вывод: +3,95% находится в пределах ±10% — допустимо.

Задача 9. Определение зоны действия токовой отсечки

Условие:

Ток срабатывания токовой отсечки 1200 А. Ток КЗ на расстоянии 1 км от подстанции составляет 1500 А, на расстоянии 2 км — 1100 А.

Задание:

1. На каком максимальном расстоянии от подстанции отсечка будет срабатывать?
2. Есть ли «мёртвая зона»?

Решение:

Ток КЗ снижается по мере удаления. Отсечка срабатывает при $I_{кз} \geq 1200 \text{ А}$.

На 1 км: $1500 > 1200 \rightarrow$ сработает.

На 2 км: $1100 < 1200 \rightarrow$ не сработает.

Ответ: Зона действия $\approx$ до 1,8 км (интерполяция). Мёртвая зона — конец линии, где $I_{кз} < 1200 \text{ А}$.

Задача 10. АПВ: расчёт параметров (ситуация)**Ситуация:**

На линии 10 кВ установлено устройство АПВ однократного действия. Время готовности привода выключателя после отключения 15 секунд. Время горения дуги при неуспешном АПВ 0,5 секунды. Время деионизации среды 0,5 секунды.

Задание:

Рассчитать минимальную выдержку времени АПВ.

Решение:

$t_{АПВ} \geq t_{готовности} + t_{деионизации} + t_{горения \text{ дуги}} = 15 + 0,5 + 0,5 = 16 \text{ секунд}$

Ответ: минимальная выдержка времени АПВ = 16 с (принимаем 18-20 с по настройке).

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
5 (отлично)	Тесты – 27-30 правильных. Теория – полный развёрнутый ответ с использованием профессиональной терминологии и ссылками на ПТЭЭП, ПУЭ. Практическое задание – решено верно, расчёты обоснованы, схема защиты описана правильно.
4 (хорошо)	Тесты – 22-26 правильных. Теория – незначительные пробелы (например, не названы все виды защит). Практика – решено с одной ошибкой в расчёте, исправленной после наводящего вопроса.
3 (удовлетворительно)	Тесты – 15-21 правильных. Теория – путает виды реле, нечётко описывает принципы работы защит. Практика – выполнена не полностью, но направление верное.
2 (неудовлетворительно)	Тесты – менее 15 правильных. Не может объяснить работу МТЗ, газовой защиты, АПВ/АВР. Практические задания не выполнены.