

РАЗДЕЛ 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

4.1 Примерные типовые задания для проведения аттестации¹

Часть А. Теоретические вопросы:

Раздел 1. Электрические схемы электрических подстанций

Тема 1.1. Оборудование электрических подстанций

1. Назовите основные виды оборудования электрических подстанций и их назначение.
2. Каковы типы, устройство и принцип действия коммутационных аппаратов напряжением выше 1000В (выключатели, разъединители, короткозамыкатели, отделители)?
3. Опишите устройство и принцип действия силовых трансформаторов.
4. Какие преобразователи электрической энергии применяются на подстанциях? Их назначение.
5. Перечислите коммутационные аппараты напряжением до 1000В (автоматические выключатели, предохранители, контакторы, магнитные пускатели).
6. Каково устройство и принцип действия измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН)?
7. Для чего применяются шины, изоляторы, токоограничивающие реакторы, статические компенсаторы?
8. Опишите конструкции распределительных устройств (РУ) напряжением выше 1000В (открытые, закрытые, КРУЭ).
9. Каковы особенности распределительных устройств напряжением до 1000 В (щиты, сборки, пункты)?

Тема 1.2. Электрические схемы подстанций

10. Какие условные графические обозначения элементов электрических схем вы знаете (ГОСТ)?
11. Каковы принципы логики построения электрических схем?
12. Назовите типовые схемные решения главных схем подстанций (схемы с мостиком, с одной секционированной системой шин, с двумя системами шин и т.д.).
13. Что такое главная схема электрических соединений подстанции? Приведите пример.
14. Чем отличаются принципиальные схемы от монтажных и однолинейных?

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

15. Как выполняется модернизация принципиальных схем при замене приборов и аппаратуры?

Раздел 2. Обслуживание трансформаторов и преобразователей

Тема 2.1. Организация технического обслуживания

16. Как проводится техническое обслуживание оборудования подстанций?
17. Основные положения Правил технической эксплуатации электроустановок (ПТЭЭП) в части обслуживания подстанций.
18. Каков порядок составления плана выполнения работ по обслуживанию силовых трансформаторов?
19. Какие виды работ включает обслуживание преобразователей электрической энергии (выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты)?

Тема 2.2. Техническое обслуживание оборудования трансформаторных подстанций

20. Перечислите виды работ по обслуживанию силовых трансформаторов (осмотры, испытания масла, сушка, ревизия РПН).
21. Какова технология обслуживания преобразователей?
22. Какие работы выполняют при обслуживании выключателей напряжением выше 1000 В (элегазовых, вакуумных, масляных)?
23. Как обслуживаются аппараты до 1000 В (чистка, проверка контактов, настройка расцепителей)?

Раздел 3. Обслуживание оборудования распределительных устройств

24. Каковы виды и технологии обслуживания распределительных устройств (осмотры, очистка изоляторов, контроль нагрева контактов)?
25. Как выполняется обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения?
26. Каковы особенности обслуживания комплектных распределительных устройств (КРУ, КРУЭ, КТП)?

Раздел 4. Технологическая и отчетная документация

27. Какие виды технологической и отчетной документации ведутся на подстанциях?
28. Что входит в состав технической и исполнительной документации?
29. Какие документы относятся к проектно-технической документации?
30. Что такое оперативная документация (оперативные журналы, бланки переключений, диспетчерские журналы)?
31. Каков объем и назначение отдельных журналов и форм? Сроки пересмотра документации.
32. Как составляются технологические карты по проведению осмотров электрооборудования?

33. Каков порядок составления графика дежурств при разных методах обслуживания (постоянное дежурство, дежурство на дому, бездежурное обслуживание)?
34. Как составляются инструкции по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций?
35. Что такое ведомость на хранение электрооборудования и как её заполнять?
36. Как оформляется отчет о проведении планового осмотра электрооборудования?

Часть В. Тестовые задания

Инструкция: выберите один правильный ответ.

Вопросы

1. **Какой аппарат предназначен для включения и отключения цепей под нагрузкой и автоматического отключения при коротких замыканиях?**
 - А) Разъединитель
 - Б) Выключатель нагрузки
 - В) Силовой выключатель
 - Г) Короткозамыкатель
2. **Какой документ определяет порядок технической эксплуатации электроустановок в РФ?**
 - А) ПУЭ
 - Б) ПТЭЭП
 - В) СНиП
 - Г) ГОСТ 2.702
3. **Как расшифровывается КРУЭ?**
 - А) Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией
 - Б) Комплектное регулирующее устройство элегазовое
 - В) Конденсаторное распределительное устройство этажное
 - Г) Коммутационное распределительное устройство электромагнитное
4. **Какой трансформатор предназначен для измерения больших токов?**
 - А) Силовой
 - Б) Трансформатор напряжения
 - В) Трансформатор тока
 - Г) Автотрансформатор
5. **Что из перечисленного относится к оперативной документации?**
 - А) Паспорта оборудования
 - Б) Оперативный журнал
 - В) Сметная документация
 - Г) Сертификаты
6. **Какой способ соединения проводов ЛЭП-0,4 кВ является наиболее надежным?**
 - А) Скрутка
 - Б) Опрессовка
 - В) Пайка
 - Г) Сварка
7. **Как часто проводятся внеочередные осмотры оборудования подстанций?**
 - А) Ежедневно

- Б) После отключения короткого замыкания или стихийного бедствия
- В) Раз в месяц
- Г) Раз в год

8. **Какой аппарат НЕ допускает отключения цепи под нагрузкой?**

- А) Автоматический выключатель
- Б) Разъединитель
- В) Предохранитель
- Г) Контактёр

9. **Каким условным обозначением на схемах показывают трансформатор тока?**

- А) Две окружности с линией между ними
- Б) Две параллельные линии с кружками по краям
- В) Круг с буквой «Т» внутри
- Г) Прямоугольник с заштриховкой

10. **Что такое РПН силового трансформатора?**

- А) Регулятор перегрузки напряжения
- Б) Регулирование под нагрузкой (переключение ответвлений)
- В) Реле повышенного напряжения
- Г) Разделитель питания низкий

11. **Для чего служат статические компенсаторы реактивной мощности?**

- А) Для повышения коэффициента мощности
- Б) Для ограничения тока короткого замыкания
- В) Для фильтрации высших гармоник
- Г) Для выравнивания напряжения по фазам

12. **Какой журнал ведется на подстанции для учета выдачи нарядов?**

- А) Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям
- Б) Журнал учета электроэнергии
- В) Журнал дефектов оборудования
- Г) Журнал температуры масла

13. **Что означает термин «секционирование шин»?**

- А) Замена шин
- Б) Разделение шин на секции выключателями
- В) Параллельная работа шин
- Г) Заземление шин

14. **Какая периодичность испытаний изоляции силовых кабелей на подстанции (типовой регламент)?**

- А) 1 раз в год
- Б) 1 раз в 3 года
- В) 1 раз в 6 лет
- Г) 1 раз в 10 лет

15. **Какой документ выдается перед началом работ по наряду?**

- А) Ордер
- Б) Разрешение на подготовку рабочего места
- В) Акт готовности
- Г) Протокол допуска

16. **Какой тип выключателя преимущественно применяется в КРУЭ?**

- А) Масляный

- Б) Воздушный
- В) Элегазовый
- Г) Вакуумный

17. Для чего служит трансформатор напряжения?

- А) Для питания цепей защиты и измерения напряжения
- Б) Для преобразования частоты
- В) Для питания двигателей
- Г) Для выпрямления тока

18. Что такое «дежурство на дому» для персонала подстанции?

- А) Персонал находится постоянно на подстанции
- Б) Персонал обязан прибыть на подстанцию по вызову в установленное время
- В) Персонал не вызывается
- Г) Подстанция обслуживается удаленно без дежурных

19. Какая схема главных соединений применяется для двухтрансформаторной подстанции?

- А) Тупиковая
- Б) Заход-выход
- В) Схема с мостиком
- Г) Радиальная

20. Что фиксируется в ведомости хранения электрооборудования?

- А) Ремонтный фонд и складской запас
- Б) Зарплата персонала
- В) Графики отпусков
- Г) Показания счетчиков

Ответы:

1-В, 2-Б, 3-А, 4-В, 5-Б, 6-Г, 7-Б, 8-Б, 9-А, 10-Б, 11-А, 12-А, 13-Б, 14-Б, 15-Б, 16-В, 17-А, 18-Б, 19-В, 20-А.

Часть С. Практические задания

Задача 1. Расчет параметров трансформатора

Условие:

Трехфазный силовой трансформатор имеет номинальную мощность $S_n = 1000$ кВА, номинальное напряжение ВН = 10 кВ, НН = 0,4 кВ, напряжение короткого замыкания $U_k = 5,5\%$. Потери короткого замыкания $P_k = 12$ кВт. Коэффициент загрузки $\beta = 0,7$.

Задание:

1. Рассчитать номинальные токи первичной и вторичной обмоток.
2. Определить потери мощности в трансформаторе при фактической нагрузке.
3. Рассчитать КПД при $\cos \varphi = 0,85$.

Решение:

- $I_n(\text{ВН}) = 1000 / (\sqrt{3} \times 10) \approx 57,7$ А
- $I_n(\text{НН}) = 1000 / (\sqrt{3} \times 0,4) \approx 1443,4$ А
- Потери при $\beta=0,7$: $P = P_k \times \beta^2 = 12 \times 0,49 = 5,88$ кВт
- $\text{КПД} = (\beta \times S_n \times \cos \varphi) / (\beta \times S_n \times \cos \varphi + P_k \beta^2 + P_{\text{хх}})$ ($P_{\text{хх}}$ принять 2,5 кВт) $\approx 0,97(97\%)$

Задача 2. Выбор и проверка аппарата

Условие:

Выбрать выключатель 10 кВ для отходящей линии с $I_p = 400 \text{ А}$, $I_{кз} = 12 \text{ кА}$. Предложите тип, проверьте по отключающей способности и термической стойкости.

Задание:

1. Назовите марку подходящего вакуумного выключателя.
2. Проверьте выполнение условий: $U_n \geq U_{сети}$, $I_n \geq I_p$, $I_{откл} \geq I_{кз}$.
3. Укажите время термической стойкости (обычно 3 с).

Решение:

Выбираем ВВ/TEL-10-630/20.

- $U_n = 10 \text{ кВ} = U_{сети}$.
- $I_n = 630 \text{ А} > 400 \text{ А}$.
- $I_{откл} = 20 \text{ кА} > 12 \text{ кА}$.
- Термическая стойкость: $I_{терм}^2 \times t = 20^2 \times 3 = 1200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$ (больше расчетного).

Задача 3. Составление технологической карты (ситуация)**Ситуация:**

На подстанции 110/10 кВ требуется провести плановый осмотр силового трансформатора ТДН-10000/110.

Задание:

Составить технологическую карту осмотра. Указать:

1. Состав работ (внешний осмотр, проверка уровня масла, термометрии, состояния вводов, проверка РПН, замеры).
2. Необходимые средства защиты (диэлектрические перчатки, указатель напряжения, тепловизор и т.д.).
3. Периодичность такого осмотра (по ПТЭЭП).

Примерная форма ответа:

№	Этап работы	Контролируемый параметр	Инструмент
1	Внешний осмотр	Отсутствие подтеканий масла	Визуально
2	Уровень масла в расширителе	В пределах нормы	Маслоуказатель
3	Осмотр вводов	Отсутствие следов коронирования, трещин	Бинокль, тепловизор
4	Проверка РПН	Соответствие положения	Указатель положения
5	Замер нагрева	Температура верхних слоев масла $\leq 95^\circ\text{C}$	Термометр

Периодичность: 1 раз в месяц (ПТЭЭП).

Задача 4. Заполнение оперативной документации**Условие (кейс):**

Диспетчер дал распоряжение оперативному персоналу подстанции отключить линейный разъединитель 10 кВ на фидере №8 для замены прибора. После отключения оказалось, что отключена не та линия.

Задание:

1. Какая запись должна быть сделана в оперативном журнале?
2. Какие меры ответственности и разбора ситуации предусмотрены?
3. Как исправить ошибку с соблюдением безопасности?

Ответ:

В журнале: время получения распоряжения, время выполнения, ошибка (отключен фидер №7 вместо №8), время восстановления схемы.

Меры: служебное расследование, допуск к переключениям после проверки знаний. Исправление: после подтверждения диспетчера, включить ошибочно отключенный фидер (без нагрузки, если возможно), затем отключить нужный.

Задача 5. Расчет численности персонала (по аналогии с бережливым производством)**Условие:**

На подстанции 110 кВ ежедневные работы: осмотр трансформаторов (1,5 часа), осмотр РУ (1 час), проверка аппаратуры (1 час), оформление документации (0,5 часа). Смена 8 часов. Коэффициент резерва 1,2. Работа в 3 смены (круглосуточно).

Задание:

Рассчитать необходимое количество оперативного персонала.

Решение:

Суммарные трудозатраты на смену = $1,5 + 1 + 1 + 0,5 = 4$ часа.

Требуется: $4 / 8 = 0,5$ чел. в смену. С учётом резерва: $0,5 \times 1,2 = 0,6 \approx 1$ человек в смену.

На 3 смены: 3 человека + подмена (1) = 4 человека в штате.

Критерии и шкала оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично	Обучающийся полностью раскрыл теоретический материал, грамотно использует профессиональную терминологию (названия аппаратов, документации, режимов). По тестам – 18–20 правильных ответов. Практическую задачу решил верно, выбор оборудования и режимов обосновал ссылками на ПТЭЭП и ПУЭ. В кейсе по документации дал полный ответ с указанием форм журналов и сроков пересмотра. Возможны одна-две неточности по дополнительным вопросам, исправленные самостоятельно.
Хорошо	Ответ имеет один из недостатков: неполное перечисление видов оборудования (например, опущен один тип выключателя); в расчетах допущена арифметическая ошибка, не исказившая вывода; в технологической карте пропущен один этап работы; тесты – 14–17 правильных ответов. Недочеты исправляются после подсказки преподавателя.
Удовлетворительно	Обучающийся показал общее понимание, но путает назначение аппаратов (например, разъединитель и выключатель), не может назвать периодичность осмотров, схему главных соединений описывает с ошибками. Практическую задачу решил не до конца, но направление решения выбрано верно. Тесты – 10–13 правильных ответов. В вопросах по документации называет только 1–2 вида журналов. После наводящих вопросов дает частичные ответы.
Неудовлетворительно	Обучающийся не может назвать хотя бы три типа оборудования подстанции, не знает условных обозначений элементов схем, не отличает трансформатор тока от силового. Тесты – менее 10 правильных ответов. Ни одна практическая задача не решена. Не знаком с содержанием ПТЭЭП. Отсутствует выполненная самостоятельная работа по документации.

Шкала перевода баллов

Вид работы	Максимум баллов
Тесты (20 вопросов)	20 (по 1 баллу)
Теоретический вопрос (устно, 2 вопроса)	20 (по 10 баллов)
Практическая задача (2 из 5)	20 (по 10 баллов)
Кейс по документации	15
Технологическая карта	15
Итого	90

Перевод баллов в оценку:

81–90 → «5» (отлично)

66–80 → «4» (хорошо)

51–65 → «3» (удовлетворительно)

0–50 → «2» (неудовлетворительно)