

РАЗДЕЛ 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

4.1 Примерные типовые задания для проведения аттестации¹

Часть А. Теоретические вопросы:

Раздел 1. Монтаж воздушных линий электропередачи

Тема 1.1. Монтаж воздушных линий электропередачи

1. Общие принципы проведения электромонтажных работ на воздушных линиях электропередачи (ВЛ).
2. Организация электромонтажных работ на ВЛ: этапы, ответственные лица, документация.
3. Планирование электромонтажных работ: календарные графики, потребность в материалах и механизмах.
4. Охрана труда при выполнении электромонтажных работ на высоте.
5. Индустриализация и механизация электромонтажных работ: применяемые механизмы и приспособления.
6. Пусконаладочные работы на ВЛ: состав, последовательность, документальное оформление.
7. Приёмка объекта в эксплуатацию: рабочая и приёмочная комиссии, перечень документации.
8. Подготовительные работы при монтаже ВЛ: расчистка трассы, разбивка мест установки опор.
9. Конструкции воздушных линий с голыми проводами: основные элементы.
10. Сборка и установка опор ВЛ: методы (наращиванием, поворотом, вертолётном).
11. Монтаж проводов и молниезащитных тросов на ВЛ: раскатка, подъём, крепление.
12. Монтаж трубчатых разрядников и заземляющих устройств на ВЛ.
13. Воздушные линии с проводами СИП (самонесущие изолированные провода): преимущества, конструкция.
14. Арматура для СИП: типы, назначение, монтаж.
15. Установка опор для ВЛ с СИП: особенности.
16. Монтаж крепежных устройств для СИП: зажимы, подвесы, кронштейны.
17. Размотка и раскатка СИП: оборудование, требования безопасности.
18. Приёмка воздушной линии в эксплуатацию: объём испытаний, оформление актов.

Тема 1.3. Требования охраны труда для электромонтёра по ремонту ВЛ

19. Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте ВЛ.

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

20. Типовая инструкция по охране труда для электромонтёра по ремонту ВЛ: основные разделы.
21. Оформление документации по охране труда и электробезопасности (наряд-допуск, журнал инструктажей).
22. Безопасные методы подъёма на опору ВЛ.
23. Меры безопасности при замене изоляторов и проводов под напряжением.

Раздел 2. Эксплуатация, наладка и ремонт ВЛ

Тема 1.2. Эксплуатация, наладка и ремонт ВЛ

24. Конструкции воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением до и выше 1000 В.
25. Типы опор ВЛ: промежуточные, анкерные, угловые, концевые, транспозиционные.
26. Материалы опор ВЛ (дерево, железобетон, металл): преимущества и недостатки.
27. Провода ВЛ: материалы (алюминий, сталь, медь), марки, конструкции.
28. Грозозащитные тросы: назначение, материалы, марки.
29. Линейная арматура для ВЛ: поддерживающая, натяжная, защитная, соединительная.
30. Изоляторы для ВЛ: фарфоровые, стеклянные, полимерные. Характеристики, выбор.
31. Выбор изоляторов для поддерживающих гирлянд.
32. Выбор изоляторов для натяжных гирлянд.
33. Стрела провеса провода: определение, влияние на габариты линии.
34. Условия максимального напряжения в проводе и максимальной стрелы провеса.
35. Эксплуатация ВЛ: организация обслуживания, периодичность осмотров.
36. Виды осмотров ВЛ: плановые, внеочередные, вертолётные.
37. Профилактические измерения и испытания на ВЛ (сопротивление изоляции, заземления).
38. Определение места повреждения на ВЛ (обрыв провода, повреждение изоляторов).
39. Борьба с гололёдом на ВЛ: механические и тепловые методы, плавка гололёда.
40. Ремонт воздушных линий: текущий и капитальный. Объём работ.
41. Диагностирование и мониторинг ВЛ: методы и приборы.
42. Контроль качества заземления опор ВЛ: периодичность, нормы сопротивления.
43. Телеметрический контроль параметров проводов ЛЭП.
44. Мониторинг погодных условий вдоль линий.
45. Влияние высших гармоник на работу ВЛ.

Часть В. Тестовые задания

1 Какой тип опоры ВЛ устанавливается в местах изменения направления трассы линии?

- А) Промежуточная
- Б) Анкерная
- В) Угловая
- Г) Концевая

Ответ: В

2 Какое минимальное расстояние от грозозащитного троса до провода по вертикали в пролёте (для ВЛ 110 кВ)?

- А) 1 метр
- Б) 2 метра

- В) 3 метра
- Г) 5 метров

Ответ: В (по ПУЭ, для 110 кВ — не менее 3 м)

3 Каким прибором измеряется сопротивление заземления опоры ВЛ?

- А) Мегаомметром
- Б) Микроомметром
- В) Измерителем сопротивления заземления (М416, Ф4103)
- Г) Амперметром

Ответ: В

4 Какой провод применяется для ВЛ 0,4 кВ в качестве СИП?

- А) АС-50
- Б) А-50
- В) СИП-2 (4×25)
- Г) М-50

Ответ: В

5 Какое устройство предназначено для защиты ВЛ от грозовых перенапряжений?

- А) Разъединитель
- Б) Трубчатый разрядник (РТ)
- В) Выключатель нагрузки
- Г) Предохранитель

Ответ: Б

6 Как называется стрела провеса провода на ВЛ?

- А) f
- Б) L
- В) h
- Г) S

Ответ: А

7 Для чего на проводах ВЛ устанавливаются виброгасители?

- А) Для снижения коронного разряда
- Б) Для защиты от вибрации провода
- В) Для увеличения проводимости
- Г) Для соединения проводов

Ответ: Б

8 Какие виды опор ВЛ существуют по назначению? (Выберите три)

- А) Промежуточные
- Б) Анкерные
- В) Ответвительные

- Г) Транзитные
- Д) Угловые
- Е) Питающие

Ответ: А, Б, Д

9 Что такое габарит воздушной линии?

- А) Расстояние между опорами
- Б) Расстояние от низшей точки провода до земли (или пересекаемого объекта)
- В) Диаметр провода
- Г) Количество проводов в фазе

Ответ: Б

10 Какой материал используется для изготовления стеклянных изоляторов?

- А) Полиэтилен
- Б) Закалённое стекло
- В) Оргстекло
- Г) Керамика

Ответ: Б

11 Как часто проводятся плановые осмотры ВЛ 35-110 кВ?

- А) Ежемесячно
- Б) Не реже 1 раза в год
- В) 1 раз в 3 года
- Г) Ежедневно

Ответ: Б (согласно ПТЭЭП)

12 Каким способом выполняется соединение проводов в пролёте ВЛ?

- А) Скруткой
- Б) Соединителем овальным (СОАС) или прессуемым
- В) Пайкой
- Г) Сваркой

Ответ: Б

13 Что означает марка провода АС-120/19?

- А) Сталеалюминиевый провод сечением алюминия 120 мм² и стали 19 мм²
- Б) Алюминиевый провод диаметром 120 мм
- В) Стальной провод длиной 120 м
- Г) Алюминиевый провод массой 120 кг

Ответ: А

14 Какое устройство применяется для раскатки проводов при монтаже ВЛ?

- А) Лебёдка
- Б) Роликовые поддерживающие подвесы (раскаточные ролики)

- В) Блок полиспада
- Г) Домкрат

Ответ: Б

15 Какое расстояние по вертикали от провода ВЛ до земли должно быть в ненаселённой местности для ВЛ 110 кВ?

- А) 6 метров
- Б) 7 метров
- В) 10 метров
- Г) 15 метров

Ответ: А (ПУЭ для 110 кВ: 6 м)

16 Какой изолятор применяется в натяжных гирляндах на ВЛ 110 кВ?

- А) Штыревой изолятор
- Б) Подвесной тарельчатый изолятор (ПС-70Е, ПС-120Е)
- В) Штоковой изолятор
- Г) Проходной изолятор

Ответ: Б

17 Каким прибором измеряется стрела провеса провода в пролёте?

- А) Теллуrometer
- Б) Теодолитом
- В) Динамометром
- Г) Мегаомметром

Ответ: Б

18 Какое явление возникает на проводах ВЛ при неравномерном распределении электрического поля?

- А) Эффект близости
- Б) Коронный разряд
- В) Поверхностный эффект
- Г) Электромагнитная индукция

Ответ: Б

19 Какой метод борьбы с гололёдом является тепловым?

- А) Механическое оббивание
- Б) Плавка гололёда током короткого замыкания
- В) Вибрация провода
- Г) Нагрев газовой горелкой

Ответ: Б

20 Какая арматура используется для подвески провода к промежуточной опоре?

- А) Натяжной зажим
- Б) Поддерживающий зажим (типа ПГ, ПГН)
- В) Соединительный овал
- Г) Дистанционная распорка

Ответ: Б

21 Какова периодичность проверки заземления опор ВЛ с металлическими опорами?

- А) 1 раз в год
- Б) 1 раз в 3 года
- В) 1 раз в 6 лет
- Г) 1 раз в 12 лет

Ответ: В (согласно ПТЭЭП, не реже 1 раза в 6 лет)

22 Какой документ оформляется перед началом ремонтных работ на ВЛ?

- А) Акт готовности
- Б) Наряд-допуск
- В) Паспорт линии
- Г) Журнал осмотров

Ответ: Б

23 Что означает маркировка ПГ-6-5?

- А) Провод гибкий на 6 кВ, 5 мм²
- Б) Поддерживающий зажим для провода сечением 6-5 мм²
- В) Переключатель гирляндный
- Г) Промежуточный гаситель

Ответ: Б

24 Какое сечение провода АС обычно используется на ВЛ 35 кВ?

- А) 16-25 мм²
- Б) 35-70 мм²
- В) 120-150 мм²
- Г) 240-300 мм²

Ответ: Б

25 Какой тип заземления опоры ВЛ используется на линиях с изолированной нейтралью?

- А) Глухозаземлённая нейтраль
- Б) Незаземлённая (изолированная) нейтраль с заземлением опор
- В) Заземление только на подстанции
- Г) Без заземления

Ответ: Б

26 Какой прибор используется для определения места повреждения кабельной вставки на ВЛ?

- А) Импульсный рефлектометр
- Б) Ампервольтметр
- В) Тепловизор
- Г) Фазоуказатель

Ответ: А

27 Какова длина пролёта между промежуточными опорами для ВЛ 110 кВ?

- А) 50-100 м
- Б) 150-250 м
- В) 350-400 м
- Г) 500-600 м

Ответ: Б

28 Что такое АПВ на ВЛ?

- А) Аварийное переключение выключателя
- Б) Автоматическое повторное включение линии
- В) Автоматическая подстройка выключателя
- Г) Амплитудная подстройка вольтодобавки

Ответ: Б

29 Какая группа по электробезопасности требуется для допуска электромонтёра к ремонту ВЛ 110 кВ с подъёмом на опору?

- А) II группа
- Б) III группа
- В) IV группа
- Г) V группа

Ответ: В (IV группа для работ под напряжением или на высоте выше 1000 В)

30 Что запрещено делать при приближении грозы во время работы на ВЛ?

- А) Спускаться с опоры
- Б) Оставаться на опоре или рядом с опорой
- В) Отключать заземление
- Г) Пользоваться радиостанцией

Ответ: Б

Сводная таблица ответов на тесты:

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1	В	11	Б	21	В
2	В	12	Б	22	Б
3	В	13	А	23	Б
4	В	14	Б	24	Б
5	Б	15	А	25	Б
6	А	16	Б	26	А
7	Б	17	Б	27	Б

8	А, Б, Д	18	Б	28	Б
9	Б	19	Б	29	В
10	Б	20	Б	30	Б

Часть С. Практические задания

Задача 1. Расчёт удельных механических нагрузок на провод

Условие:

Сталеалюминиевый провод АС-120/19. Площадь сечения алюминия 120 мм², стали 19 мм². Диаметр провода 15,2 мм. Вес 1 км провода 466 кг. Район по гололёду II (нормативная стенка гололёда 10 мм). Скорость ветра при гололёде 15 м/с, плотность льда 0,9 г/см³.

Задания:

1. Рассчитать удельную нагрузку от собственного веса провода.
2. Рассчитать удельную нагрузку от веса гололёда.
3. Рассчитать суммарную нагрузку (провод + гололёд без ветра).

Решение:

Шаг 1. Вес 1 метра провода

$$g = 466 / 1000 = 0,466 \text{ кг/м}$$

Шаг 2. Удельная нагрузка от собственного веса (γ_1)

$$\gamma_1 = g / S \text{ (S — общее сечение провода)}$$

$$\text{Собщ} = 120 + 19 = 139 \text{ мм}^2$$

$$\gamma_1 = 0,466 / 139 \times 9,81 \times 1000 = 32,9 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)}$$

$$*(\text{или по справочнику} \approx 34,2 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)} — \text{принимаем } 34 \times 10^{-3})*$$

Шаг 3. Удельная нагрузка от веса гололёда (γ_2)

Объём льда на 1 м провода:

$$V = \pi \times \delta \times (d + \delta) = 3,14 \times 10 \times (15,2 + 10) = 791,7 \text{ мм}^2/\text{м} = 7,917 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{м}$$

$$\text{Масса льда на 1 м: } m = V \times \rho = 7,917 \times 10^{-4} \times 900 = 0,7125 \text{ кг/м}$$

$$\gamma_2 = m / \text{Собщ} = 0,7125 / 139 \times 9,81 \times 1000 = 50,3 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)}$$

Шаг 4. Суммарная нагрузка (γ_3)

$$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2 = 34 + 50,3 = 84,3 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)}$$

Ответ:

$$\gamma_1 = 34 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)}, \gamma_2 = 50,3 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)}, \gamma_3 = 84,3 \times 10^{-3} \text{ Н/(м} \cdot \text{мм}^2\text{)}.$$

Задача 2. Расчёт стрелы провеса провода

Условие:

Пролёт $L = 250$ м. Напряжение в проводе $\sigma = 80$ Н/мм². Удельная нагрузка $\gamma = 34 \times 10^{-3}$ Н/(м·мм²). Провод закреплён на опорах на одном уровне ($h = 0$).

Задание:

Рассчитать стрелу провеса f .

Решение:

$$f = (\gamma \times L^2) / (8 \times \sigma)$$

$$f = (34 \times 10^{-3} \times 250^2) / (8 \times 80)$$

$$f = (34 \times 10^{-3} \times 62500) / 640$$

$$f = 2125 / 640 = 3,32 \text{ м}$$

Ответ: Стрела провеса $f = 3,32$ м.

Задача 3. Определение исходного режима и критического пролёта**Условие:**

Для провода АС-120/19 известны: $\sigma_{\text{мах доп}} = 130 \text{ Н/мм}^2$ (при низшей температуре). Температура монтажа $t = +20^\circ\text{C}$. Расчётные данные: α (температурный коэффициент расширения) $= 19,2 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, модуль упругости $E = 8,25 \times 10^4 \text{ Н/мм}^2$.

Задание:

Объяснить, как определяется исходный режим (теоретически без полного численного расчёта).

Ответ (алгоритм):

1. Расчёт критического пролёта $L_{\text{кр}}$ по формуле (уравнение состояния провода).
2. Сравнение фактического пролёта L с $L_{\text{кр}}$.
3. Если $L < L_{\text{кр}}$ — исходный режим «низшая температура».
4. Если $L > L_{\text{кр}}$ — исходный режим «среднегодовая температура».
5. Если $L = L_{\text{кр}}$ — безразлично.
6. Затем строится монтажный график $\sigma = f(t)$ для разных L .

Задача 4. Выбор изоляторов для поддерживающей гирлянды**Условие:**

ВЛ 110 кВ в III районе по загрязнению атмосферы. Механическая нагрузка от веса провода и гололёда — 4200 кгс.

Задание:

Выбрать тип и количество изоляторов в поддерживающей гирлянде.

Решение:

1. По механической нагрузке: требуемая электромеханическая нагрузка изолятора ≥ 4200 кгс.
2. Выбираем изолятор ПС-120Е (нагрузка 120 кН ≈ 12200 кгс — запас). Или ПС-70Е (70 кН ≈ 7140 кгс) — также подходит.
3. По загрязнению (III район) — количество изоляторов:
Для 110 кВ в III районе по ПУЭ: не менее 10-12 изоляторов (при типе ПС-70Е).
4. Принимаем: гирлянда ПС-70Е $\times 11$ штук.

Ответ: Изоляторы ПС-70Е, количество 11 шт.

Задача 5. Монтаж СИП: последовательность операций (кейс)

Ситуация:

Выполняется монтаж ВЛ 0,4 кВ с проводом СИП-2 (4×25). Длина линии 500 м. Опоры установлены.

Задание:

Перечислить последовательность операций по монтажу провода.

Ответ (алгоритм):

1. Раскатка барабана с СИП на раскаточных устройствах (козлы).
2. Укладка СИП в раскаточные ролики на опорах.
3. Протяжка СИП с помощью лебёдки через анкерные опоры.
4. Регулировка стрелы провеса (по шаблону или теодолиту).
5. Снятие провода с роликов и закрепление в поддерживающих зажимах (на промежуточных опорах).
6. Анкеровка провода на конечных и анкерных опорах (натяжные зажимы).
7. Монтаж ответвлений к вводам в здания (герметичные ответвительные зажимы).
8. Монтаж заземления опор (через нейтраль СИП или отдельно).
9. Контроль сопротивления изоляции (мегаомметром 1000 В).

Задача 6. Заполнение наряда-допуска (фрагмент)

Ситуация:

Бригада из 3 человек под руководством производителя работ Петрова И.И. (IV группа) допускается к замене повреждённого изолятора на ВЛ 35 кВ.

Задание:

Заполнить фрагмент наряда-допуска (указать обязательные пункты).

Ответ (фрагмент):

Поле	Содержание
Организация	Электросетевое предприятие
№ наряда	156
Дата выдачи	10.05.2026
Ответственный руководитель	Сидоров В.А. (V группа)
Производитель работ	Петров И.И. (IV группа)
Состав бригады	1. Иванов А.А. (III гр), 2. Смирнов П.П. (III гр)
Место работы	ВЛ 35 кВ «Северная», опора №47
Содержание работы	Замена повреждённого изолятора (поддерживающая гирлянда)
Меры безопасности	Отключить линию, снять заземление? (уточнить)
Время начала	10:00
Время окончания	13:00
Подписи	Иванов, Петров...

Задача 7. Расчёт веса гололёдных отложений

Условие:

Провод А-50 (алюминиевый, диаметр 9 мм). Стенка гололёда 15 мм. Длина пролёта 200 м.

Задание:

Рассчитать вес гололёда на проводе в одном пролёте.

Решение:

Объём льда на 1 м: $V = \pi \times \delta \times (d + \delta) = 3,14 \times 15 \times (9 + 15) = 3,14 \times 15 \times 24 = 1130,4 \text{ мм}^2 = 1,1304 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}$

Масса 1 м: $m = V \times 900 = 1,1304 \times 10^{-3} \times 900 = 1,017 \text{ кг/м}$

На пролёт 200 м: $M = 1,017 \times 200 = 203,4 \text{ кг}$

Ответ: 203,4 кг.

Задача 8. Выбор типа опоры по условиям**Ситуация:**

Требуется установить опору в месте пересечения ВЛ 110 кВ с автомобильной дорогой I категории. Необходимо обеспечить максимальную высоту провода над дорогой.

Задание:

Какой тип опоры выбрать и почему?

Ответ:

Выбирается **анкерная или угловая металлическая опора повышенной высоты** (например, П110-3А+15).

Причины: повышенная механическая прочность (аварийный режим не разрушит опору), возможность увеличения высоты траверс для соблюдения габарита над дорогой (не менее 7-8 м для 110 кВ по ПУЭ), надёжность при обрыве провода.

Задача 9. Расчёт габарита ВЛ в пролёте**Условие:**

Высота подвеса провода на опоре $H_{\text{п}} = 15 \text{ м}$. Стрела провеса $f = 3,2 \text{ м}$. Высота неровности рельефа в середине пролёта $h_{\text{р}} = -1 \text{ м}$ (ниже уровня опор).

Задание:

Рассчитать габарит линии (расстояние от низшей точки провода до земли).

Решение:

$$H_{\text{габ}} = H_{\text{п}} - f - h_{\text{р}} = 15 - 3,2 - (-1) = 15 - 3,2 + 1 = 12,8 \text{ м}$$

Ответ: Габарит = 12,8 м (в норме для 110 кВ требуется $\geq 6 \text{ м}$ — выполнено).

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
5 (отлично)	Тесты – 27-30 правильных. Теория – полный ответ с примерами, знание ПУЭ, ПТЭЭП. Практика – все задачи

	решены верно с обоснованием, расчёты механических нагрузок выполнены без ошибок.
4 (хорошо)	Тесты – 22-26 правильных. Теория – небольшие пробелы (не все типы опор указаны). Практика – 1-2 ошибки в расчётах, исправленные после подсказки.
3 (удовлетворительно)	Тесты – 15-21 правильных. Теория – путает поддерж. и натяжную арматуру. Практика – расчёты выполнены частично, но понимание есть.
2 (неудовлетворительно)	Тесты – менее 15 правильных. Не знает марок проводов, не различает типы опор, практические задания не выполнены