

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра электроэнергетики



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Тарасенко О.В.

подпись

2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Электроснабжение»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электроснабжение»

Разработчик:

старший преподаватель кафедры электроэнергетики  Яременко С.П.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электроэнергетики
от «11» марта 2025 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  Половинка Д.В.

Луганск – 2025 г.

Комплект оценочных материалов по дисциплине «Электроснабжение»

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ.

1. Какой документ регламентирует требования к системам электроснабжения?
А) правила устройства электроустановок (ПУЭ);
Б) строительные нормы и правила (СНиП);
В) документация потребителей;
Г) правильный вариант отсутствует.
Правильный ответ: А
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Кто осуществляет оперативное руководство режимом работы электростанции?
А) главный инженер электростанции;
Б) диспетчерские службы;
В) потребители электроэнергии;
Г) правильный вариант отсутствует.
Правильный ответ: Б
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Какой частоты в нашей стране производится и распределяется трёхфазный переменный ток?
А) 55 Герц;
Б) 60 Герц;
В) 50 Герц;
Г) правильный вариант отсутствует.
Правильный ответ: В
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Выберите все правильные варианты ответов

4. С какой целью выполняется расщепление фаз ЛЭП сверхвысокого напряжения?
А) снизить уровни токов короткого замыкания;
Б) снизить потери на корону;
В) повысить пропускную способность;
Г) снизить нагрузочные потери;
Д) повысить надёжность работы линии.
Правильный ответ: Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Какие причины обусловили широкое применение атоотрансформаторов в электрических сетях высокого и сверхвысокого напряжения по сравнению с трехобмоточными?

- А) низкая стоимость АТ;
- Б) высокая надежность АТ;
- В) меньшие габариты АТ;
- Г) гибкое регулирование напряжения;
- Д) меньшие потери реактивной мощности.

Правильный ответ: А, В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие между электростанцией и используемой ею видом энергии:

- | | |
|--------|--------------------------------|
| 1) ГЭС | А) Энергия сжигаемого топлива. |
| 2) АЭС | Б) Энергия деления ядер. |
| 3) ТЭС | В) Энергия воды 105°C. |

Правильный ответ:

1	2	3
В	Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите соответствие между терминами и их определениями:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1) Электроустановка | А) Совокупность электроустановок по выработке, распределению и потреблению электроэнергии и теплоты, связанных между собой электрическими и тепловыми сетями. |
| 2) Энергетическая система | Б) Совокупность взаимосвязанных электроустановок, предназначенных для производства, передачи и распределения электроэнергии. |
| 3) Система электроснабжения | В) Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, трансформации, передачи, распределения электроэнергии и преобразования её в другой вид энергии, изменения рода тока, напряжения, частоты или числа фаз. |

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие между категорией электроснабжения и соответствующим ей электроприемником:

- | | |
|-----------------|---|
| 1) 3я категория | А) Перерыв электроснабжения, которых повлечет за собой опасность для жизни людей, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, повреждению основного дорогостоящего оборудования |
| 2) 1я категория | Б) Перерыв электроснабжения, которых повлечет за собой: массовый простой рабочих мест и механизмов, недовыпуск продукции, нарушению нормальной жизнедеятельности большого количества городских и сельских жителей |
| 3) 2я категория | В) Перерыв в работе которых не повлечет за собой опасность для жизни людей и не вызовет массовый простой рабочих мест |

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность ремонта переключателя:

- А) ослабленные места присоединения отводов обмоток запаивают;
- Б) зачистка контактов;
- В) обгоревшие и оплавленные контакты опилят напильником;
- Г) промывка ацетоном и трансформаторным маслом;
- Д) замена новых контактов.

Правильный ответ: Б, Г, В, Д, А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1).

2. Расположите в правильной последовательности этапы сборки трансформатора:

- А) переключают и устанавливают крышку бака;
- Б) опускают активную часть в бак;

- В) присоединяют отводы от обмоток к ним;
Г) устанавливают вводы.

Правильный ответ: Б, Г, В, А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите правильную последовательность этапов ремонта обмотки трансформатора:

- А) подготовка цилиндра под обмотку;
Б) выполнение выводов обмотки;
В) подготовка изоляционного материала;
Г) пропитка, просушка и запечка обмотки;
Д) начало намотки катушки;
Е) намотка обмотки;
Ж) снятие обмотки с шаблона;
З) установка катушки с проводом на вертушку.

Правильный ответ: А, В, З, Д, Е, Б, Ж, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Электрическая часть установки, получающая электроэнергию от источника и преобразующая ее в другие виды энергии: механическую, тепловую, химическую, световую, энергию электромагнитного и электростатического полей называется _____

Правильный ответ: электроприемником.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1).

2. Совокупность соединенных между собой нейтральных точек и проводников электротехнических устройств, например, общих точек обмоток трехфазных трансформаторов и электрических машин, соединенных в звезду называют

Правильный ответ: нейтралью

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1).

3. Совокупность устройств для производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, созданных для обеспечения питания промышленных, городских, сельскохозяйственных и прочих потребителей называется _____

Правильный ответ: системой электроснабжения.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств, устройств управления и вспомогательных сооружений, называется_____

Правильный ответ: подстанцией.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из неизолированных и изолированных проводников и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций называется_____

Правильный ответ: токопроводом.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Определить годовую экономию электроэнергии в линии электропередачи от замены двигателя и питающей сети напряжением 380 В на 6 кВ при следующих исходных данных: $L=800$ м; $S_1=120$ мм²; $S_2=25$ мм²; $I_1=210$ А; $I_2=15$ А; провода алюминиевые $\rho=0,028$ Ом·мм²/м; годовая продолжительность работы равна $T_p=8760$ ч.

Правильный ответ: $\Delta W=0.003 \cdot 0.028 \cdot 800 \cdot 8760(210^2/120 - 15^2/25) = 211040$ кВт·ч в год /211040 / 211040кВт·ч в год

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

2. Определить ожидаемую годовую экономию электроэнергии от реконструкции линии электропередачи к главной вентиляторной установке, состоящей в замене стального провода сечением $S_1=50$ мм² ($\rho_1=0,14$ Ом·мм²/м) на алюминиевый сечением $S_2=70$ мм² ($\rho_2=0,028$ Ом·мм²/м), $L=1500$ м; $T_p=8760$ ч, $I=50$ А.

Правильный ответ: $\Delta W=0.003 \cdot 1500 \cdot 50^2 \cdot 8760(0.14/50 - 0.028/70) = 236520$ кВт·ч в год /236520 / 236520кВт·ч в год

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Определить фактический коэффициент загрузки трансформатора ТМ-6300/35, если известны годовые значения расхода электроэнергии, учтенные счетчиками: $W_a=36790000$ кВт·ч; $W_p=13140000$ кВАр·ч

Правильный ответ: $\beta=S_{cp} / S_n=4468/6300=0,7 / \beta=0,7/0,7$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

4. Для питания электроприемников механического цеха на шахтной подстанции установлены два трансформатора типа ТМ-1000/6 со следующими данными: $\Delta P_x=2,45$ кВт; $\Delta P_k=12,2$ кВт; $U_k=5,5\%$; $I_x=2,8\%$; $S_n=1000$ кВ·А.

Трансформаторы подключены к шинам ГПП напряжением 6 кВ. Определить значения реактивных потерь холостого хода ΔQ_x и короткого замыкания ΔQ_k :
 Правильный ответ: $\Delta Q_x = S_n \cdot (I_x/100) = 1000 \cdot (2,8/100) = 28 \text{ кВАр}$; $\Delta Q_k = S_n \cdot (U_k/100) = 1000 \cdot (5,5/100) = 55 \text{ кВАр}$; 28 кВАр ; 55 кВАр / $28; 55$
 Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

5. Определить возможную годовую экономию электроэнергии в результате отключения на 100 суток в году трансформатора типа ТМ-1000/6. Исходные данные для расчета $\Delta P_x = 2,45 \text{ кВт}$; $K_s = 0,125$, $\Delta Q_x = 28 \text{ кВАр}$
 Правильный ответ: $\Delta W = \Delta P_x \cdot T_{\text{отк.}} = 5,95 \cdot 2400 = 14280 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ в год / 14280 / $14280 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ в год
 Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки.

1. Перечислите основные методы расчета электрических нагрузок и дайте им характеристику.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Основными методами расчета электрических нагрузок являются:

1. Метод упорядоченных диаграмм.

При этом необходимо знать $P_{\text{ном.всех}}$ ЭП, их размещение. Метод позволяет по $P_{\text{ном}}$ ЭП с учетом их числа и характеристик определить расчетную нагрузку любого узла схемы.

Определяют среднюю нагрузку группы ЭП за максимально загруженную смену $P_{\text{см}}$ и расчетный получасовой максимум P_p .

$$P_{\text{см}} = k_n \cdot P_{\text{ном}};$$

$$P_p = k_m \cdot P_{\text{см}}.$$

Т.е. метод расчета по коэффициенту максимума.

2. Метод расчета нагрузок по удельному потреблению электрической энергии на единицу продукции

Определяют годовой расход электрической энергии, кВт·ч.

$$W_a = \omega_o \cdot M,$$

а по нему расчетную нагрузку, кВт,

$$P_p = W_a / T_{\Gamma},$$

где T_{Γ} – годовое число часов работы предприятия;

M – годовое число единиц продукции, шт., м., кг и т.д;

ω_o – удельный расход электрической энергии на единицу продукции кВт·ч/ед. продукции (берется из таблицы: чугун – 9.7 кВт·ч/Т; трубы стальные

– $133.3 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{Т}}$; х/б ткани – $1100 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс} \cdot \text{м}^2}$; шерст. тк. – $2390 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс} \cdot \text{м}^2}$; и т.д.)

Область применения:

Для предварительных расчетов, где непрерывный технологический процесс, не зависит от номинальных мощностей механизмов.

3. Метод коэффициента спроса

$$K_c = P_p / P_{\text{ном}} \quad (P_p = K_c \cdot P_{\text{ном}})$$

Используется для оценочных расчетов максимальных нагрузок промышленных предприятий на высшем напряжении.

(Мет. заводы – 0.37; А1 заводы – 0.85; Автопроизв. – 0.48; ЖБИ – 0.45÷0.5);

Широко распространен для расчета осветительных сетей цехов предприятий, где много электрических приемников сети освещения.

Расчетная максимальная нагрузка осветительной сети, кВт:

$$P_{\text{осв.р.}} = K_{\text{с.осв.}} \cdot P_{\text{ном осв}}$$

(цеха с большими пролетами – 0.95; цеха с отдельными помещениями – 0.85; склады, РУ подстанций – 0.6; наруж. освещ. – 1, аварийное – 1, линии групповой освет. сети – 1).

Критерии оценивания:

- если описаны два метода расчета электрических нагрузок без характеристики, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. Каким образом электрические сети разделяются в зависимости от режима нейтрали?

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

В зависимости от режима нейтрали электрические сети разделяются на следующие четыре группы:

- сети с незаземленной (изолированной) нейтралью. К ним относятся сети с $U_H = 6 \div 35 \text{ кВ}; 380 \div 660 \text{ кВ}; 1140 \text{ В}$.

- сети с резонансно-заземленной нейтралью трансформатора или генератора, когда нейтраль заземлена через реактор. Сюда относятся сети с $U_H = 6 \div 35 \text{ кВ}$;

- сети с эффективно-заземленной нейтралью, т.е. часть нейтралей элементов сети соединена с землей непосредственно или через небольшое активное сопротивление. Это сети с $U_H > 1 \text{ кВ} (110 \div 220 \text{ кВ})$.

В этом случае коэффициент замыкания на землю, например при к.з. одной фазы, не превышает 1.4, т.е. $K_{3М} = |U_{Ф3}| / U_{Фном} \leq 1.4$.

Режим работы нейтрали определяет ток замыкания на землю. ПУЭ обуславливают сети с малыми и большими токами замыкания. Сети, в которых ток однофазного замыкания на землю менее 500 А, называют сетями с малыми токами К.З. на землю ($I_{К.З.3} < 500 \text{ А}$). Это сети с незаземленными и резонансно-заземленными нейтралями.

- сети, в которых $I_{К.З.3} > 500 \text{ А}$, относятся к сетям с большими токами замыкания на землю. Это сети с глухо и эффективно-заземленными нейтралями. Такое деление сетей по $I_{К.З.3}$ определяет выбор и схему релейной защиты сети.

Критерии оценивания:

- если описана классификация трех групп сетей в зависимости от режима нейтрали, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. Дайте характеристику основным показателям качества электроэнергии у ее приемников.

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

Показателями качества электроэнергии у ее приемников являются: при питании от ЭС однофазного тока - отклонения от частоты и напряжения, колебания частоты и напряжения и несинусоидальность формы кривой напряжения; при питании от ЭС трехфазного тока - отклонения от частоты и напряжения, колебания частоты и напряжения, несинусоидальность формы кривой напряжения, смещение нейтрали и несимметрия напряжений основной частоты; при питании от ЭС постоянного тока - отклонение напряжения, колебания напряжения и коэффициент пульсации напряжения.

В ПУЭ указано, что вся электрическая сеть от центральной подстанции предприятия (ЦП) до электроприемников должна быть проверена на допустимые изменения напряжения с учетом режима напряжения на шинах ЦП. Если изменения напряжения больше предельной нормы, тогда должны быть предусмотрены меры и средства его регулирования. Естественно, напряжение в любой точке сети может изменяться с течением времени в зависимости от режима работы ЦП и нагрузки. Различают медленно и кратковременно протекающие изменения напряжения.

Отклонения напряжения - медленно протекающие изменения напряжения, возникающие при сравнительно медленном изменении режима работы, когда скорость изменения напряжения менее 1% в секунду.

Отклонение напряжения V представляет собой разность между фактическим значением напряжения U и его номинальным значением для сети $U_{ном}$:

$$V_c = U - U_{ном}.$$

Если V_c выражается в процентах номинального напряжения $U_{ном}$, а U и $U_{ном}$ – вольтах или киловольтах, то

$$V_c = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

Колебание напряжения – кратковременные изменения напряжения, возникающие при нарушении нормального режима работы ЭС. Например, при включении мощного электродвигателя; появлении короткого замыкания в сети (КЗ).

Критерии оценивания:

- полное содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. Дайте характеристику современным конструкциям изоляции высоковольтных электрических машин.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Изоляция статорных обмоток подразделяется на главную (корпусную) и продольную.

Главная изоляция – между проводниками обмотки и корпусом. Имеет разную конструкцию на пазовых и лобовых частях катушек; на выводах (линейных и нейтральных).

К продольной относится изоляция между витками одной катушки, т.е. междувитковая (у стержневых обмоток отсутствует) и изоляция между уложенными в одном пазу катушками (междувитковой служит изоляция самих обмоточных проводов). В зависимости от типа обмоточного провода она представляет собой три слоя лавсановой пленки, покрытых слоем х/б пряжи (ППЛБО), или два слоя стеклоленты, пропитанных нагревостойким лаком (ПВД), или дельта асбестовую изоляцию (ПДА).

Главной изоляцией статорных обмоток в связи с очень жесткими требованиями к электрической и механической прочности и нагревостойкости выполняются только на основе слюдяных изоляционных материалов.

В процессе изготовления изоляции необходимо максимально достичь высокой прочности и монолитности ее, исключить газовые прослойки и включения, как источники частичных разрядов, снижающие механическую, электрическую прочность и теплопроводность изоляции.

Современные машины высокого напряжения изготавливаются с непрерывной изоляцией. Изоляция получается путем пропитки и прессовки намотанных на стержень лент из слюдяных материалов. Изоляция имеет одинаковую структуру и прочность на всех участках обмотки.

Критерии оценивания:

- полное содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. Дайте характеристику условиям работы силового электрооборудования, применяемого в производственных цехах и участках промышленных предприятий.

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

Электрооборудование как наружных, так и внутренних электроустановок выполняется применительно к тем климатическим зонам и условиям окружающей среды, в которых предназначено эксплуатировать технологическое оборудование.

Большинство производственных помещений машиностроительных предприятий относится к помещениям с нормальной средой. Это, в принципе, сухие отапливаемые и не отапливаемые помещения, неопасные по воздействию коррозии, пожара и взрыва. Сюда относятся бытовые помещения

цехов, производственные помещения цехов холодной обработки металлов, сборочные, инструментальные и т.д.

В то же время, достаточное количество производственных цехов относятся к помещениям с повышенным содержанием пыли, агрессивных паров и смесей, действующих на металл и изоляцию электрооборудования, как главных аварийных фактор. Например, химически активные испарения (гальванические цеха, химические производства в целом) приводят к быстрому износу изоляции и коррозии металла, что может привести к короткому замыкания в системе электроснабжения цеха, участка и, естественно, серьёзным отрицательным последствиям в состоянии электрооборудования.

Существуют также и взрывоопасные помещения, в которых по условиям технологического процесса могут образоваться взрывоопасные смеси горючих газов; пыли с воздухом; волокон и прочих образований также в смеси с воздухом. Пары бензина, керосина, выделения газа – водорода, древесная, мучная пыль приводят к взрыву окружающей среды вследствие перегрева электрооборудования, кабелей, шинных сборок и проводов, появления открытых искр и электрических дуг.

В "Строительных нормах и правилах" (СНиП) приводится классификация помещений с точки зрения опасности по пожару и взрыву.

Категории:

А и *Б* – являются взрывопожарными (*А* – более опасная);

В – пожароопасная;

Г и *Д* – неопасны по пожару и взрыву;

Е – взрывоопасна, но взрыв не сопровождается пожаром (аккумуляторные).

Критерии оценивания:

- полное содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) «Электроснабжение» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: «Электроснабжение».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института приборостроения и
электротехнических систем



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)