

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.

«11» марта 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения»

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа: «Оптимизация развивающихся систем
электроснабжения»

Разработчик:

доцент кафедры электроэнергетики

Подкаленко Г.М.

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

Заведующий кафедрой

Половинка Д.В.

Луганск – 2025 г.

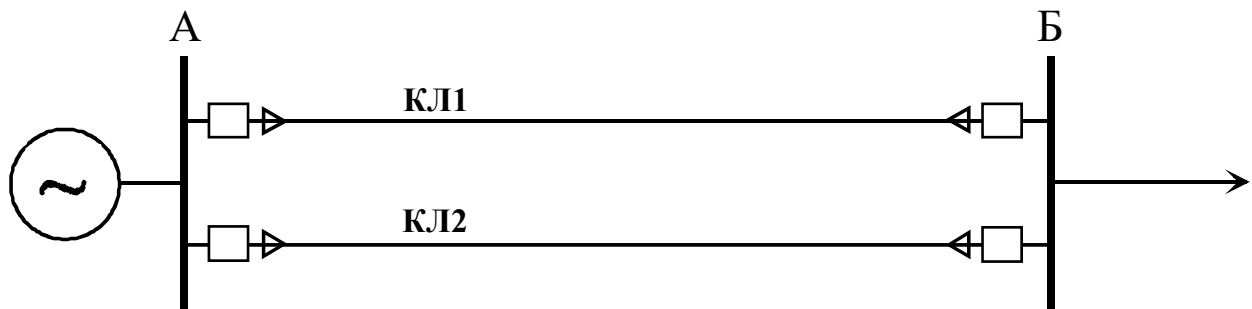
**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Выбрать оптимальный режим включения участка сети АБ (см. рисунок) для токов нагрузки I_1 , I_2 , I_3 . В качестве критерия оптимальности принять минимум потерь активной мощности на участке сети АБ. $I_1=13\text{A}$, $I_2=50\text{A}$, $I_3=250\text{A}$.
Линия 1: $F=240\text{мм}^2$ медный, $L=8\text{км}$; линия 2: $F=50\text{мм}^2$ медный, $L=8\text{км}$; $U=10\text{кВ}$.



А) КЛ1 для $I_1=13\text{A}$

Б) КЛ2 для $I_3=250\text{A}$

В) КЛ1 для $I_1=50\text{A}$

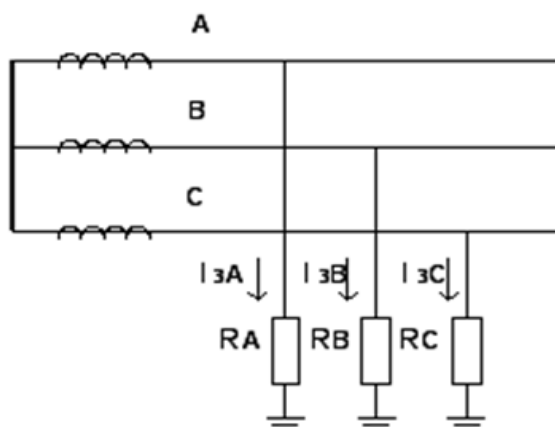
Г) КЛ1 для $I_1=250\text{A}$

Д) КЛ2 для $I_1=13\text{A}$

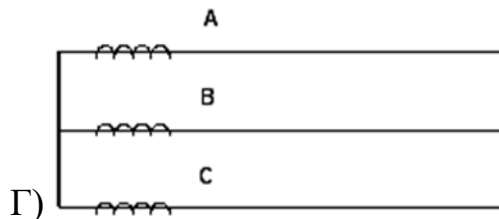
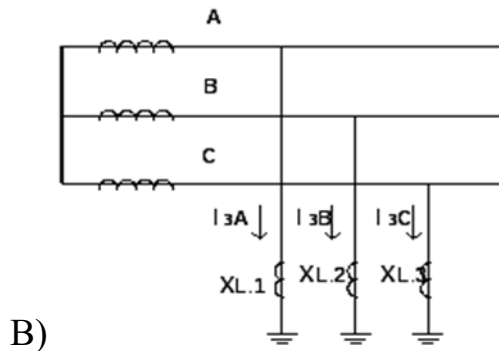
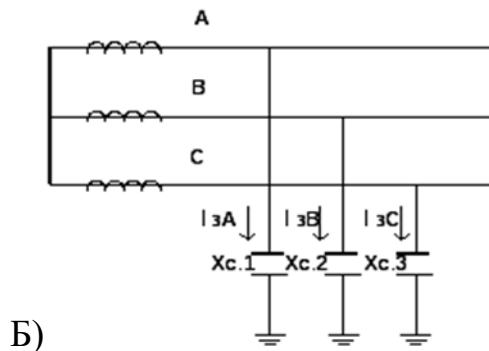
Правильный ответ: А

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

2. Укажите схему замещения сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.



А)



Д) Правильного ответа нет

Правильный ответ: Б

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

3. Какую информацию необходимо собрать о системе в первую очередь перед началом анализа для обеспечения надежности и эффективности работы электросети.

- А) Характеристики оборудования
- Б) Архитектура электрической сети
- В) График нагрузки
- Г) Правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: В

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

4. Какой режим нейтрали используют для линий электропередач менее 1кВ?

- А) Глухозаземленная нейтраль;
- Б) Глухоизолированная нейтраль;
- В) Эффективно заземленная нейтраль;
- Г) Изолированная нейтраль;
- Д) Нейтраль заземленная через дугогасящий реактор.
- Е) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А

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 стратегии устранения узких мест в электрических сетях и выполняемых работ.

- | | |
|---|--|
| 1) Модернизация оборудования | А) Перераспределение нагрузки между различными элементами системы для предотвращения перегрузок. |
| 2) Интеграция возобновляемых источников | Б) Разработка стратегий для более эффективного использования солнечных и ветряных установок. |
| 3) Распределение нагрузки | В) Замена устаревших трансформаторов, проводников и других компонентов на более эффективные |
| 4) Планирование технического обслуживания | Г) Внедрение предиктивного обслуживания на основе анализа состояния оборудования. |

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Б	А	Г

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

2. Установите соответствие между источниками электроэнергии и видом используемой энергии:

- | | |
|--|---|
| 1) Тепловые (угольные, газовые, атомные) | А) Энергия солнца |
| 2) Гидроэлектростанции | Б) Энергия пара |
| 3) Ветроэлектростанции | В) Энергия напора воды |
| 4) Солнечные электростанции | Г) Энергия движения воздушных масс, ветра |

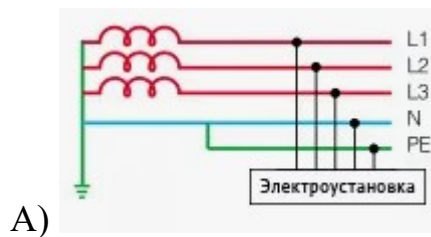
Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	В	Г	А

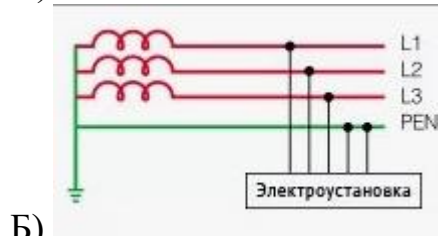
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие систем заземления и их схем.

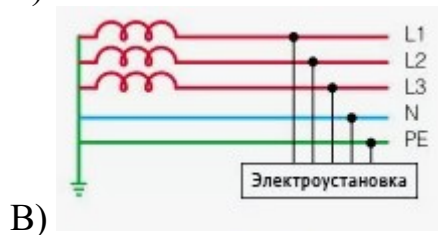
1) TN-C



2) TN- S



3) TN-C-S



Правильный ответ:

1	2	3
Б	В	А

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

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Назовите этапы оценки распределения нагрузки по элементам системы электроснабжения для обеспечения надежности и эффективности работы электросетей.

А) Выявление перегрузок и недогрузок

Б) Моделирование системы

В) Расчет распределения нагрузки

Г) Сбор данных

Правильный ответ: Г, Б, В, А

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

2. Определите методы, используемые в системах Smart Grids

А) Коммуникация между всеми участниками

Б) Сенсоры и устройства мониторинга

В) Подключение возобновляемых источников электроэнергии

Г) Децентрализованное производство

Д) Автоматизация

Правильный ответ: Б, Д, А, В, Г

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

3. Назовите основные элементы системы электроснабжения от источника к потребителю.

- А) Потребление электроэнергии
- Б) Генерация электроэнергии
- В) Распределение электроэнергии
- Г) Передача электроэнергии

Правильный ответ: Б, Г, В, А

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

4. Установите правильную последовательность оптимизация параметров систем электроснабжения.

- А) Выбор оборудования
- Б) Моделирование и анализ
- В) Использование возобновляемых источников энергии
- Г) Управление нагрузками

Правильный ответ: Б, А, Г, В

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

5. Какие каналы связи используются в пределах электрических установок по распространенности.

- А) Оптоволоконные каналы
- Б) Со вспомогательными проводами
- В) Высокочастотные каналы
- Г) Радиоканалы

Правильный ответ: Б, А, В, Г

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

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Задача, направленная на повышение эффективности, надежности и экономичности работы электрических сетей, называется _____

Правильный ответ: оптимизацией

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

2. Использование специализированного программного обеспечения для моделирования электрических сетей позволяет выявить узкие места и оценить влияние различных параметров на общую _____ системы.

Правильный ответ: эффективность

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

3. Оптимизация выбора трансформаторов, кабелей и другого оборудования с учетом их технических характеристик и энергоэффективности может значительно снизить _____

Правильный ответ: Потери энергии

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

4. Внедрение систем диспетчеризации и управления нагрузками помогает равномерно распределить потребление электроэнергии, что снижает пиковые нагрузки и улучшает _____ сети

Правильный ответ: стабильность, устойчивость

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

5. Регулярный мониторинг состояния оборудования и диагностика возможных проблем помогают предотвратить аварии и снизить затраты на _____.

Правильный ответ: обслуживание

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

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. В каких сетях используется эффективно-заземленная нейтраль.

Правильный ответ: от 110кВ/110кВ/более 110кВ

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

2. Сколько источников электроэнергии в разомкнутой системе электроснабжения.

Правильный ответ: один/1

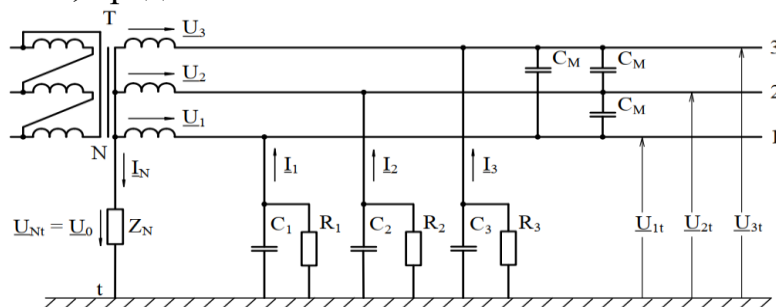
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Напишите соотношения напряжений прямой последовательности.

Правильный ответ: $\dot{E}_A; \dot{E}_B = a^2 \dot{E}_A; \dot{E}_C = a \dot{E}_A$

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

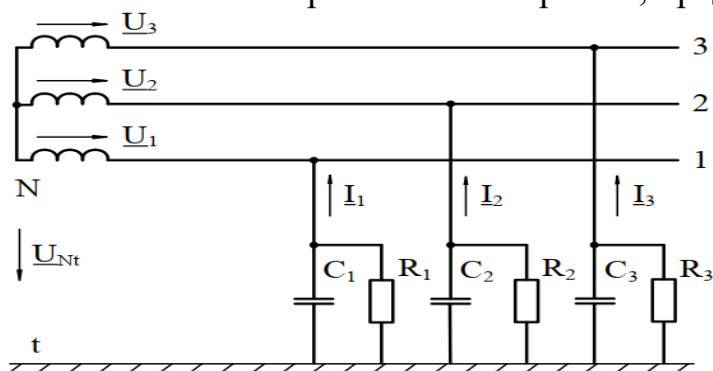
4. Запишите формулу полной проводимости фазы 1 трехфазной электрической сети, представленной на схеме:



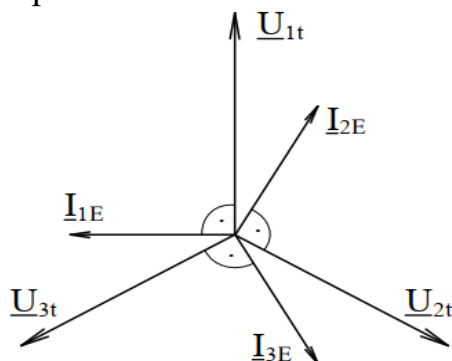
Правильный ответ: $Y_1 = \frac{1}{R_1} + j\omega C_1$

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

5. Нарисуйте векторную диаграмму напряжений при нормальном режиме работы сети с изолированной нейтралью, представленной на рисунке.



Правильный ответ:



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

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Рассчитать сопротивление трансформатора, если $S_{\text{ТНОМ}} = 630$ кВА – номинальная мощность трансформатора; $P_{\text{кНОМ}} = 1,24$ кВт – потери короткого замыкания в трансформаторе; $U_{\text{НННОМ}} = 0,38$ кВ – номинальное напряжение обмотки низшего напряжения; $U_{\text{к}} = 5,5\%$ – напряжение короткого замыкания трансформатора.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Сопротивления трансформатора

$$R_T = \frac{P_{\text{кНОМ}} \cdot U_{\text{НННОМ}}^2}{S_{\text{ТНОМ}}^2} \cdot 10^6 = \frac{1,24 \cdot 0,38^2}{630^2} \cdot 10^6 = 0,45 \text{ МОм}$$

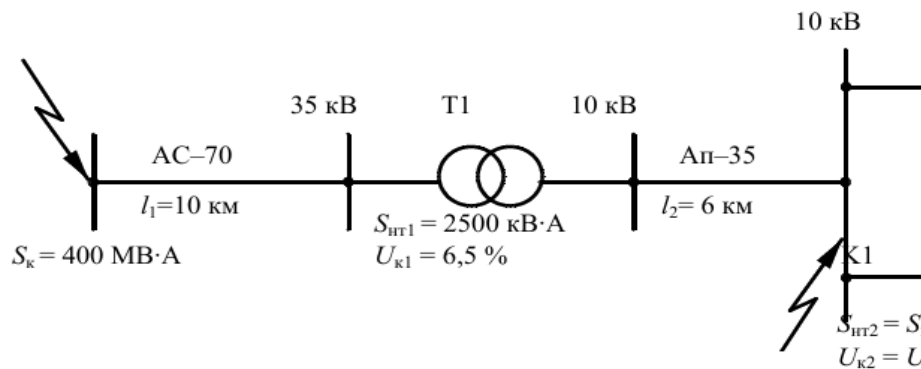
$$X_m = \sqrt{U_{\text{к1}}^2 - \left(\frac{100 \cdot P_{\text{кНОМ}}}{S_{\text{ТНОМ}}} \right)^2} \cdot \frac{U_{\text{НННОМ}}^2 \cdot 10^4}{S_{\text{ТНОМ}}} = \sqrt{5,5^2 - \left(\frac{100 \cdot 1,24}{630} \right)^2} \cdot \frac{0,38^2}{630} \cdot 10^4 = 33,15 \text{ МОм}$$

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если определены сопротивления для трансформатора.

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

2. Определить реактивные и активные сопротивления для схемы, представленной ниже до точки К1.

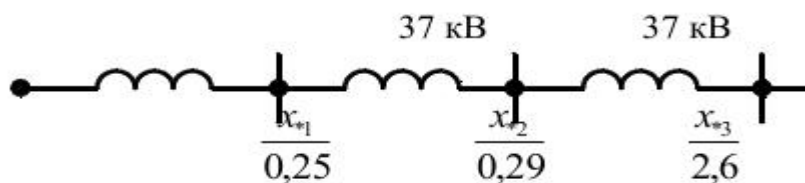


Линия напряжением 35 кВ выполнена проводом марки АС-70, длина ее, $l_1=10$ км. Линия напряжением 10 кВ выполнена проводом марки АП-35, ее длина $l_2= 6$ км. Трансформатор напряжением 35/10 кВ имеет мощность $S_{HT1}=2500$ кВ·А, напряжение короткого замыкания $U_{к1}= 6,5 \%$.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

На основании расчетной схемы строим схему замещения. Все элементы заменяем сопротивлениями. Так как активные сопротивления малы кроме ВЛ 380 В, ими пренебрегаем.



Расчет будем вести в относительных единицах.

Примем базисную мощность $S_6 = 100$ МВ·А, базисное напряжение в точке К1 $U_{61} = 10,5$ кВ.

Определим относительные базисные сопротивления элементов схемы и нанесем их на схему замещения.

Реактивное сопротивление системы:

$$x_c = x_{*1} = \frac{S_6}{S_K} = \frac{100}{400} = 0.25$$

Реактивное сопротивление линии напряжением 35кВ:

$$x_{*1} = x_{*2} = x_0 l_1 \frac{S_6}{U_6^2} = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 100}{37^2} = 0.29$$

где $x_0=0,4$ Ом/км – реактивное сопротивление одного километра линии;
 $U_6 = 37$ кВ – базисное напряжение ВЛ 35 кВ.

Реактивное сопротивление трансформатора напряжением 35/10 кВ:

$$x_{T1} = x_{*3} = \frac{U_K}{100} \frac{S_6}{S_{HT1}} = \frac{6,5 \cdot 100}{100 \cdot 2,5} = 2,6$$

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если определены реактивные и активные сопротивления для приведенной схемы.

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

3. . Рассчитать ток трехфазного КЗ за трансформатором 110/10кВ.

Параметры питающей системы:

- $I_{к\text{ макс}} = 5300 \text{ А}$ – ток КЗ системы в максимальном режиме;
- $I_{к\text{ мин}} = 3500 \text{ А}$ – ток КЗ системы в минимальном режиме;
- $U_{с\text{ ном}} = 115 \text{ кВ}$ - среднее номинальное напряжение системы.

Характеристики трансформатора:

- тип - ТДН-16000/110;
- схема и группа соединения обмоток - $Y_0/\Delta-11$;
- $S_{\text{ном тр}} = 16 \text{ МВ А}$ - номинальная мощность;
- $U_{\text{ном тр ВН}} = 115 \text{ кВ}$ - номинальное напряжение стороны ВН;
- $U_{\text{ном тр НН}} = 11 \text{ кВ}$ - номинальное напряжение стороны НН;
- $u_k = 10,5 \%$ - напряжение короткого замыкания трансформатора,

соответствующее среднему положению РПН;

- $u_{k\text{ мин}} = 10,0 \%$ - напряжение короткого замыкания трансформатора, соответствующее крайнему нижнему положению РПН (регулирование в сторону понижения напряжения заблокировано);

- $u_{k\text{ макс}} = 11,0 \%$ - напряжение короткого замыкания трансформатора, соответствующее крайнему верхнему положению РПН (регулирование в сторону повышения напряжения заблокировано).

Система регулирования напряжения:

- РПН в нейтрали ВН трансформатора;
- $n=19$ - количество ступеней регулирования;
- $\Delta U = 1,78 \%$ - шаг регулирования напряжения.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

В качестве базисной примем сторону ВН трансформатора

Сопротивление системы в максимальном режиме рассчитать по формуле:

$$x_{с\text{ макс}} = \frac{U_{с\text{ ном}}}{\sqrt{3} \cdot I_{к\text{ макс}}} = \frac{115000}{\sqrt{3} \cdot 5300} = 12,5 \text{ Ом}$$

Сопротивление системы в минимальном режиме рассчитать по формуле:

$$x_{с\text{ мин}} = \frac{U_{с\text{ ном}}}{\sqrt{3} \cdot I_{к\text{ мин}}} = \frac{115000}{\sqrt{3} \cdot 3500} = 19 \text{ Ом}$$

Сопротивление короткого замыкания двухобмоточного трансформатора определить по формуле:

$$x_{\text{ТР}} = \frac{u_k}{100} \cdot \frac{(U_{\text{номТР}}^{\text{ВН}})^2}{S_{\text{номТР}}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115 \cdot 10^3}{16 \cdot 10^6} = 86,8 \text{ Ом}$$

Ток трехфазного КЗ в максимальном режиме системы рассчитать по формуле:

$$I_{K \max}^{BH(3)} = \frac{U_{\text{сном}}}{\sqrt{3} \cdot (x_{\text{смакс}} + x_{TP})} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} (12,5 + 86,8)} = 669 A$$

Ток трехфазного КЗ в минимальном режиме системы рассчитать по формуле:

$$I_{K \min}^{BH(3)} = \frac{U_{\text{сном}}}{\sqrt{3} \cdot (x_{\text{смин}} + x_{TP})} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} (19 + 86,8)} = 628 A$$

Ток трехфазного КЗ на стороне НН в максимальном режиме системы рассчитать по формуле:

$$I_{K \max}^{HH(3)} = I_{K \max}^{BH(3)} \cdot \frac{U_{\text{номТР}}^{BH}}{U_{\text{номТР}}^{HH}} = 669 \cdot \frac{115 \cdot 10^3}{11 \cdot 10^3} = 6989 A$$

Ток трехфазного КЗ на стороне НН в минимальном режиме системы рассчитать по формуле:

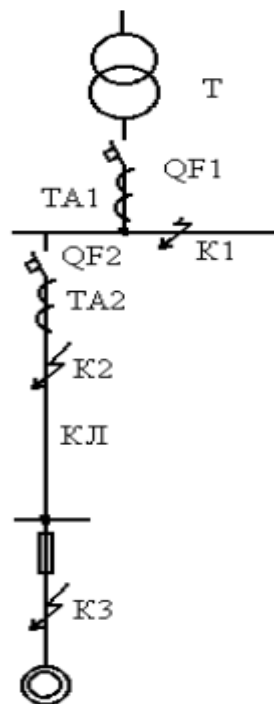
$$I_{K \min}^{HH(3)} = I_{K \min}^{BH(3)} \cdot \frac{U_{\text{номТР}}^{BH}}{U_{\text{номТР}}^{HH}} = 628 \cdot \frac{115 \cdot 10^3}{11 \cdot 10^3} = 6563 A$$

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если рассчитаны токи трехфазного КЗ.

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

4. Составить схему замещения для следующей функциональной схемы до точки К1.



Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Составляем схему замещения, в которую входят все сопротивления цепи до точки КЗ.

Схема замещения для индуктивных сопротивлений.

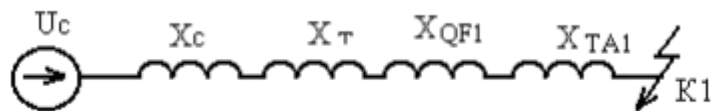
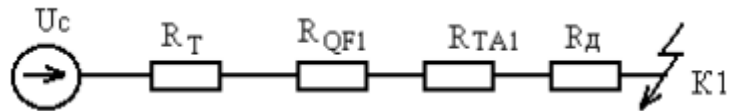


Схема замещения для активных сопротивлений



Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если составлена схема замещения для функциональной схемы до точки $K1$.

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

Экспертное заключение

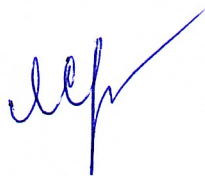
Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) **«Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения»** соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения».

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)