

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.



2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Электроэнергетические системы и сети»

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
«Электроэнергетические системы и сети»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Какое значение номинального напряжения используется для питания бытовых потребителей нашего региона?

А) 110 В;

Б) 36 В;

В) 220 В;

Г) 400 В;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

2. Как подключается потребитель к существующей электрической сети?

А) последовательно;

Б) параллельно;

В) зигзагом;

Г) смешанно;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

3. Силовой трансформатор понижает(повышает) номинальное значение

А) мощности;

Б) тока;

В) напряжения;

Г) частоты;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

Выберите все правильные варианты ответов

4. Отметьте классификацию электрических сетей по характеру потребителей:

А) городские;

Б) промышленные;

В) радиальные;

Г) сельские;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А.Б, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

5. Отметьте классификацию электрических сетей по степени резервированности:

А) резервированные;

Б) радиальные;

В) магистральные;

Г) нерезервированные.

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А, Г

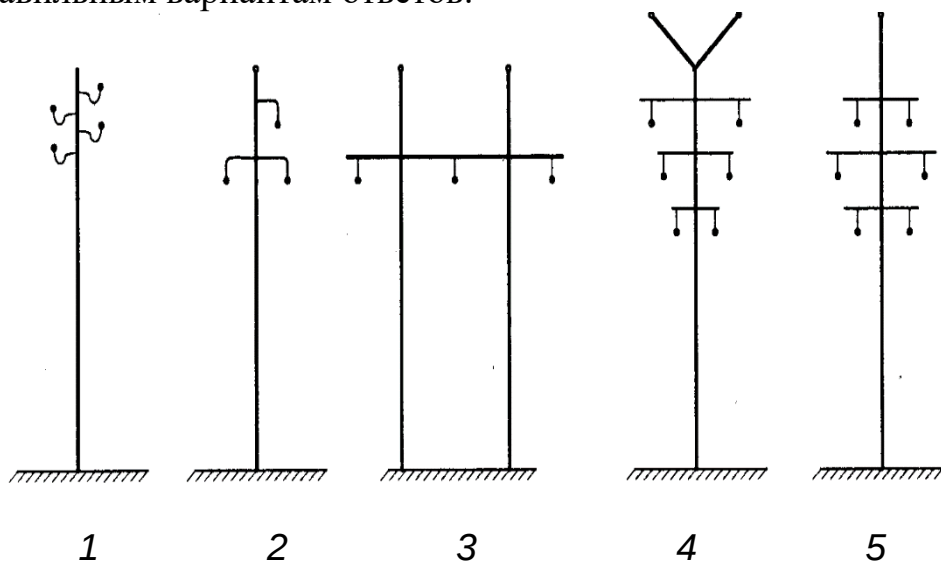
Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие рисунков расположения проводов и тросов на опорах правильным вариантам ответов:



1) поз. 1

2) поз. 2

3) поз. 3

4) поз. 4

5) поз. 5

А) шестиугольное «бочкой»;

Б) обратной елкой;

В) горизонтальное;

Г) треугольное;

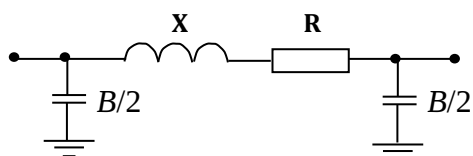
Д) треугольное

Правильный ответ:

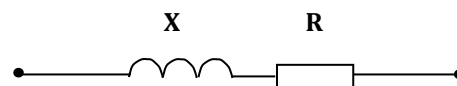
1	2	3	4	5
Г	Г	В	Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

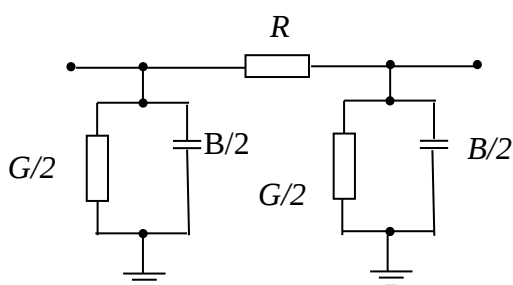
2. Установите соответствие рисунков упрощенных схем замещения ЛЭП правильным вариантам ответов:



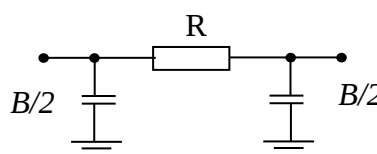
1)



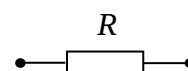
2)



3)



4)



5)

- 1) поз. 1
- 2) поз. 2
- 3) поз. 3
- 4) поз. 4
- 5) поз. 5

- А) КЛЭП при $U_{\text{ном}}$ 6-10 кВ;
- Б) КЛЭП при $U_{\text{ном}}$ 20 кВ;
- В) КЛЭП при $U_{\text{ном}}$ 35 кВ;
- Г) ВЛЭП при $U_{\text{ном}}$ до 35 кВ;
- Д) ВЛЭП при $U_{\text{ном}}$ до 220 кВ.

Правильный ответ:

1	2	3	4	5
Д	Г	В	Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

3. Установите соответствие классификации электрических сетей их уровням напряжений.

- 1) сети низких напряжений
- 2) сети средних напряжений
- 3) сети высоких напряжений
- 4) сети сверхвысоких напряжений
- 5) сети ультравысоких напряжений

- А) 330 – 750 кВ
- Б) 6 – 35 кВ
- В) более 1000 кВ
- Г) 220 – 660 В
- Д) 110 – 220 кВ;

Правильный ответ:

1	2	3	4	5
Г	Б	Д	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность порядка расчета кольцевых сетей:

- А) определение потоков мощностей на остальных участках сети;
- Б) раскольцовка электрической сети;
- В) определение потоков мощностей на головных участках сети;
- Г) определение точки потокораздела.

Правильный ответ: Б, В, А, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1).

2. Установите правильную последовательность порядка расчета стальных проводов:

- А) задаются сечения проводов для каждого участка сети;
- Б) распределяют по участкам сети допустимую потерю напряжения;
- В) определяют потерю напряжения;
- Г) сравнивают расчетную и допустимую потерю напряжения;
- Д) проводят проверочный расчет.

Правильный ответ: Б, А, В, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

3. Установите правильную последовательность процессов порядка расчета трехфазных сетей с неравномерной нагрузкой фаз:

- А) определяют сечение проводов, считая нагрузку равномерной;
- Б) распределяют по возможности нагрузку между фазами равномерно;
- В) определяют фазные или межфазные потери напряжения;
- Г) при необходимости перераспределяют нагрузку между фазами;
- Д) делают проверочный расчет.

Правильный ответ: Б, А, В, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Совокупность электроустановок для распределения электрической энергии, которая состоит из подстанций, распределительных устройств, воздушных и кабельных линий электропередач называется _____

Правильный ответ: электрической сетью

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

2. Напряжение элементов электрической сети (электроприемников, генераторов, трансформаторов), на котором эти элементы имеют наиболее

целесообразные технические и экономические характеристики называется _____

Правильный ответ: номинальным

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

3. Устройство для передачи электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам инженерных сооружений называется электрической _____

Правильный ответ: воздушной линией электропередачи

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

4. Явление перераспределения тока по поперечному сечению одиночного проводника из центральной части провода к поверхности, называется _____ эффектом

Правильный ответ: поверхностным / скин-

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

5. Изменение взаимного расположения проводов отдельных фаз по длине воздушной линии электропередачи (ЛЭП) для уменьшения нежелательного влияния ЛЭП друг на друга и на близлежащие линии связи называется _____

Правильный ответ: транспозиция

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Определить активное и индуктивное сопротивление схемы замещения трансформатора _____ типа

ТМН-2500/110 со следующими характеристиками:

$U_{\text{НВ}} = 110 \text{ кВ}$; $U_{\text{К}} = 10,5 \%$; $\Delta P_{\text{К}} = 22 \text{ кВт}$.

Правильный ответ:

$$R_{\text{T}} = \frac{\Delta P_{\text{К}} \cdot U_{\text{НВ}}^2 \cdot 10^3}{S_{\text{HT}}^2} = \frac{22 \cdot 110^2 \cdot 10^3}{2500^2} = 42,592 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{T}} = \frac{10^3 \cdot U_{\text{К}\%} \cdot U_{\text{НВ}}^2}{100 \cdot S_{\text{HT}}} = \frac{10 \cdot 10,5 \cdot 110^2}{100 \cdot 2500} = 508,2 \text{ Ом} / \quad R_{\text{T}} = 42,592 \text{ Ом}; \quad X_{\text{T}} = 508,2 \text{ Ом} /$$

42,592; 508,2

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Определить активную и индуктивную проводимость трансформатора типа ТМН-2500/110 со следующими характеристиками:

$U_{\text{НВ}} = 110 \text{ кВ}$; $\Delta P_{\text{Х}} = 5 \text{ кВт}$; $I_{\text{Х}} = 1,5\%$; $\Delta Q_{\text{Х}} = 37,5 \text{ кВАр}$.

Правильный ответ:

$$G_{\text{T}} = \frac{\Delta P_{\text{ХХ}}}{U_{\text{НВ}}^2 \cdot 10^3} = \frac{5,5}{110^2 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ См},$$

$$B_T = \frac{\Delta Q_{XX}}{U_{HB}^2 \cdot 10^3} = \frac{37,5}{110^2 \cdot 10^3} = 3,099 \cdot 10^{-6} \text{ СМ} / G_T = 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ СМ}; B_T = 3,099 \cdot 10^{-6} \text{ СМ} / 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ СМ}; 3,099 \cdot 10^{-6} \text{ СМ}.$$

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. Определить рациональную величину напряжения (кВ), где $l_{уч} = 260 \text{ км}$; $P_{уч} = 47 \text{ МВт}$; $n = 2$ на участке.

Правильный ответ: $U_p = 4,34 \cdot \sqrt{l_{уч} + 16 \frac{P_{уч}}{n}} = 4,34 \cdot \sqrt{260 + 16 \frac{47}{2}} = 109,45 \text{ кВ}$
 $/ U_p = 109,45 \text{ кВ} / 109,45$

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

4. Определить рабочий ток на участке сети в нормальном режиме работы, А, где $S_{уч} = 5,609 \text{ МВА}$, $U_{уч} = 110 \text{ кВ}$, $n = 1$.

Правильный ответ: $I_{уч} = \frac{S_{уч} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{уч} \cdot n} = \frac{5,609 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 1} = 29,44 \text{ А} / 29,44 \text{ А} / 29,44$

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

5. Произвести расчет полной мощности узла нагрузки в режиме максимальных нагрузок, МВА, необходимой мощности трансформатора, МВА, используя следующие данные $P = 24 \text{ Вт}$, $\cos \varphi = 0,861$

Правильный ответ: $S = \frac{P}{\cos \varphi} = 24 / 0,861 = 27,87 \text{ МВА}$; $S_{необх} = 0,7 \cdot S = 0,7 \cdot 27,87 = 19,509 \text{ МВА} / 27,87 \text{ МВА}; 19,509 \text{ МВА} / 27,87; 19,509$

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Для заданной схемы электроснабжения потребительских подстанций определить мощности на главных участках (главными называют участки кольцевой сети, примыкающих к источнику питания ИП).

Расчет предварительного распределения мощностей выполняется при следующих допущениях:

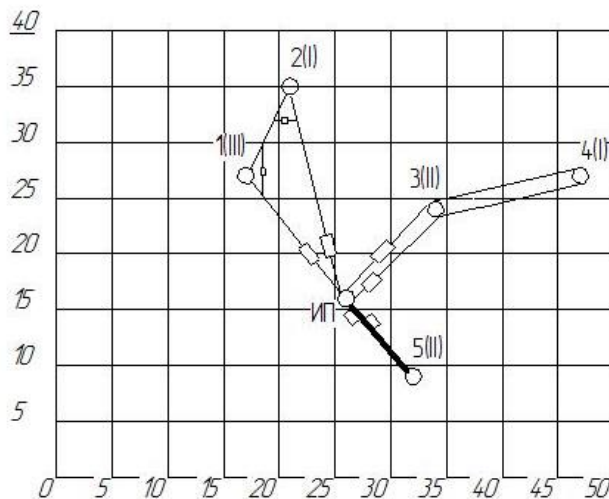
- считается, что нагрузка распределена между трансформаторами поровну, хотя секционные выключатели на стороне низкого напряжения подстанций в нормальном режиме отключены;

- в расчетной нагрузке каждой потребительской подстанции на стороне высшего напряжения учитываются только нагрузки на вторичной стороне трансформаторов подстанции, то есть не учитываются потери мощности в трансформаторах и зарядные мощности, которые генерируются линиями;

- напряжение во всех узлах считается одинаковым и равным номинальному значению;

- замкнутые сети считаются однородными (выполненными проводами одного сечения), что дает возможность находить распределение мощности по длинам линий.

Исходные данные: $P_1 = 9$ МВт, $P_2 = 35$ МВт, $Q_1 = 4,5$ МВАр, $Q_2 = 26,25$ МВАр, $l_{уч12} = 9,9$ км, $l_{учA2} = 22$ км, $l_{уч12} = 9,9$ км, $l_{учA1} = 15,4$ км

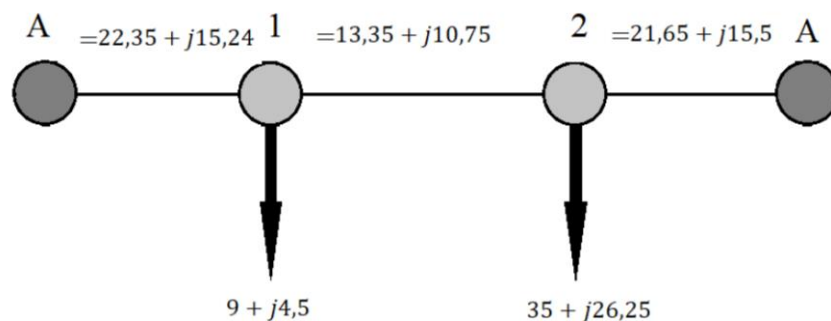


Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Кольцевая сеть разрезается по ИП и представляется в виде схемы с двухсторонним питанием с совпадающими по величине и направлению напряжениями на источниках питания.

Для расчета мощностей сеть разделяют на отдельные участки. Выделяем участок: А-1-2-А.



Активная мощность (поток активной мощности) на участке А-1, МВт

$$P_{A11} = \frac{P_1(l_{уч12} + l_{учA2}) + P_2 \cdot l_{учA2}}{l_{учA1} + l_{уч12} + l_{учA2}} = \frac{9 \cdot (9,9 + 22) + 35 \cdot 22}{15,4 + 9,9 + 22} = 22,35$$

Реактивная мощность (поток реактивной мощности) на участке А-1, МВАр :

$$Q_{A11} = \frac{Q_1(l_{уч12} + l_{учA2}) + Q_2 \cdot l_{учA2}}{l_{учA1} + l_{уч12} + l_{учA2}} = \frac{4,5 \cdot (9,9 + 22) + 26,25 \cdot 22}{15,4 + 9,9 + 22} = 15,25$$

Полная мощность (поток полной мощности) на участке А-1, МВА:

$$S_{A11} = P_{A11} + jQ_{A11} = 22,35 + j15,25$$

Активная мощность (поток активной мощности) на участке А-2, МВт:

$$P_{A21} = \frac{P_1 l_{учA1} + P_2 \cdot (l_{уч12} + l_{учA1})}{l_{учA1} + l_{уч12} + l_{учA2}} = \frac{9 \cdot 15,4 + 35 \cdot (9,9 + 15,4)}{15,4 + 9,9 + 22} = 21,65$$

Реактивная мощность (поток реактивной мощности) на участке А-2, МВАр:

$$Q_{A21} = \frac{Q_1 \cdot l_{учA1} + Q_2 \cdot (l_{уч12} + l_{учA1})}{l_{учA1} + l_{уч12} + l_{учA2}} = \frac{4,5 \cdot 15,4 + 26,25 \cdot (9,9 + 15,4)}{15,4 + 9,9 + 22} = 15,5$$

Полная мощность (поток полной мощности) на участке А-2, МВА:

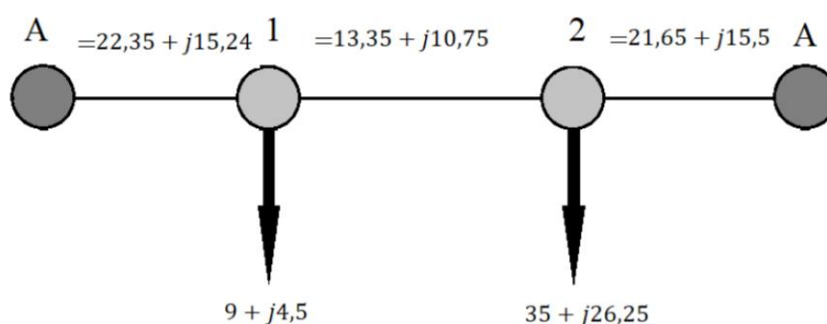
$$S_{A21} = P_{A21} + jQ_{A21} = 21,65 + j15,5$$

Критерии оценивания:

- если раскрыто три механизма из пяти, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.3)

2. Выполнить проверку баланса мощностей для заданной схемы электроснабжения с двухсторонним питанием при следующих исходных данных: $P_{A11} = 22,35$ МВт, $Q_{A11} = 15,25$ МВАр, $S_{A11} = 22,35 + j15,25$ МВА, $P_{A21} = 21,65$ МВт, $Q_{A21} = 15,5$ МВАр, $S_{A21} = 21,65 + j15,5$ МВА,



Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Выполним проверку балансом мощностей:

$$\begin{aligned} \underline{S_{A11}} + \underline{S_{A21}} &= \underline{S_1} + \underline{S_2} \\ (P_{A11} + jQ_{A11}) + (P_{A21} + jQ_{A21}) &= (P_1 + jQ_1) + (P_2 + jQ_2) \\ P_{A11} + P_{A21} &= P_1 + P_2 \\ Q_{A11} + Q_{A21} &= Q_1 + Q_2 \end{aligned}$$

Проверка балансом активных мощностей, МВт:

$$\begin{aligned} P_{A11} + P_{A21} &= 22,35 + 21,65 = 44 \\ P_1 + P_2 &= 9 + 35 = 44 \end{aligned}$$

Проверка балансом реактивных мощностей, МВАр:

$$\begin{aligned} Q_{A11} + Q_{A21} &= 15,25 + 15,5 = 30,75 \\ Q_1 + Q_2 &= 4,5 + 26,25 = 30,75 \end{aligned}$$

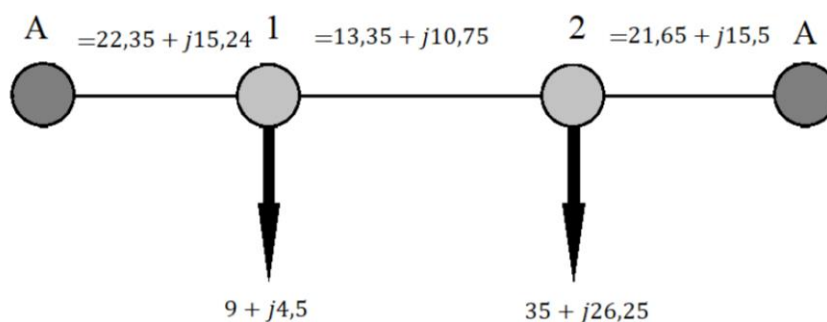
Критерии оценивания:

- если выполнена проверка баланса активной и реактивной мощностей, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.3)

3. Выполнить расчет мощностей для заданной схемы электроснабжения с двухсторонним питанием на второстепенном участке (второстепенными называют участки кольцевой сети, не примыкающих к источнику питания ИП). при следующих исходных данных:

$P_{A11} = 22.35 \text{ МВт}$, $Q_{A11} = 15.25 \text{ МВАр}$, $S_{A11} = 22.35 + j15.25 \text{ МВА}$, $P_{A21} = 21.65 \text{ МВт}$,
 $Q_{A21} = 15.5 \text{ МВАр}$, $S_{A21} = 21.65 + j15.5 \text{ МВА}$,



Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Поток активной мощности на участке 1-2, МВт:

$$P_{121} = P_{A11} - P_1 = 22,35 - 9 = 13,35$$

Поток реактивной мощности на участке 1-2, МВАр:

$$Q_{121} = Q_{A11} - Q_1 = 15,25 - 4,5 = 10,75$$

Поток полной мощности на участке 1-2, МВА:

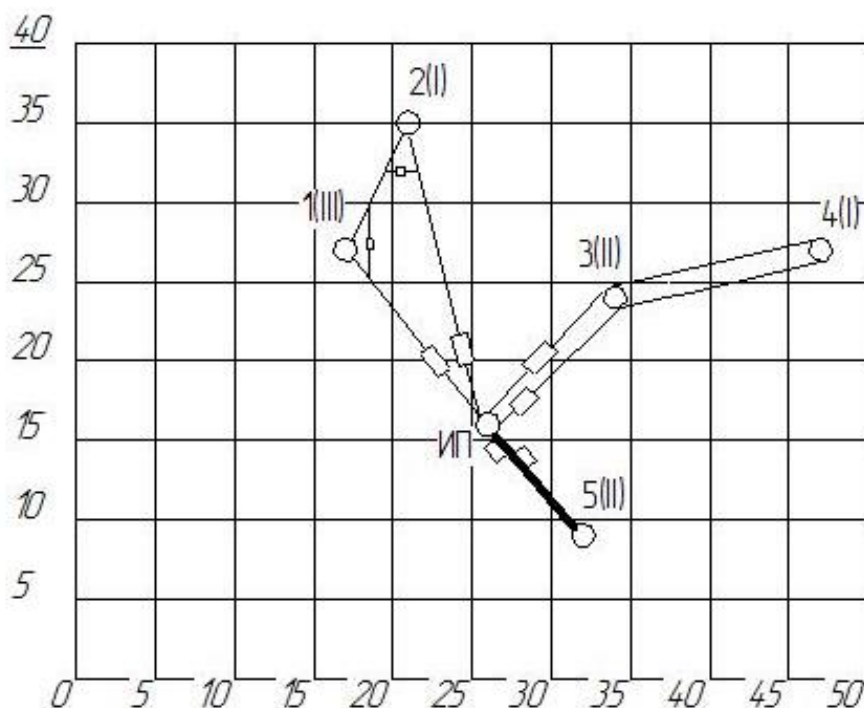
$$S_{121} = P_{121} + jQ_{121} = 13,35 + j10,75$$

Критерии оценивания:

- если рассчитаны значения активной и реактивной мощностей для заданной схемы электроснабжения с двухсторонним питанием на второстепенном участке, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.3)

4. Для заданной схемы электроснабжения потребительских подстанций определить мощности на магистральном участке. Исходные данные: $P_3 = 7 \text{ МВт}$, $P_4 = 38 \text{ МВт}$, $Q_4 = 22,43 \text{ МВАр}$, $Q_3 = 4,82 \text{ МВАр}$.



Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

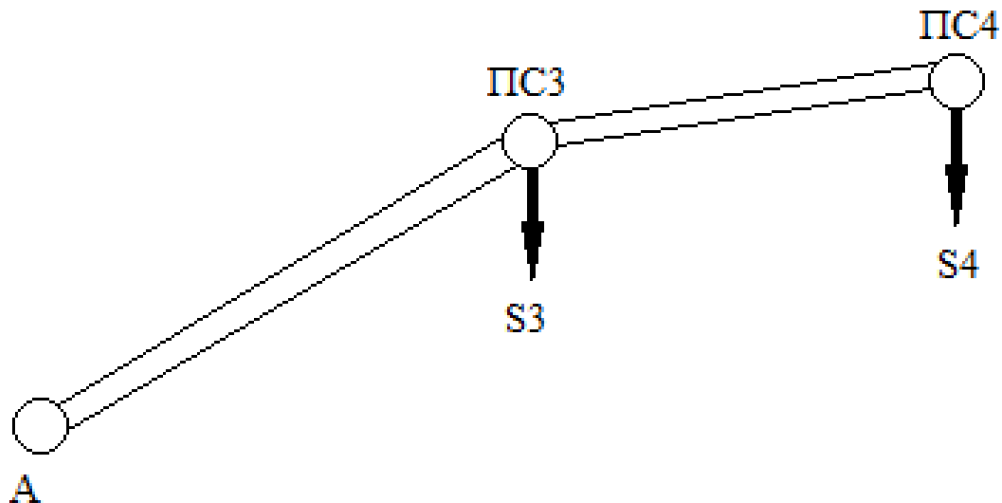
Производим расчет мощностей для магистрального участка А-3-4:

Активная мощность (поток активной мощности) на участке 3-4, МВт:

$$P_{341} = P_4 = 38$$

Поток реактивной мощности на участке 3-4, МВАр:

$$Q_{341} = Q_4 = 22,43$$



Упрощенная схема для участка А-3-4

Полная мощность (поток полной мощности) для магистрального участка 3-4, МВА:

$$S_{341} = P_{341} + jQ_{341} = 38 + j22,43$$

Активная мощность (поток активной мощности) на участке А-3, МВт:

$$P_{A31} = P_3 + P_{341} = 7 + 38 = 45$$

Поток реактивной мощности на участке А-3, МВАр:

$$Q_{A31} = Q_3 + Q_{341} = 4,82 + 22,43 = 27,25$$

Полная мощность (поток полной мощности) для магистрального участка А-3, МВА:

$$S_{A31} = P_{A31} + jQ_{A31} = 45 + j27,25$$

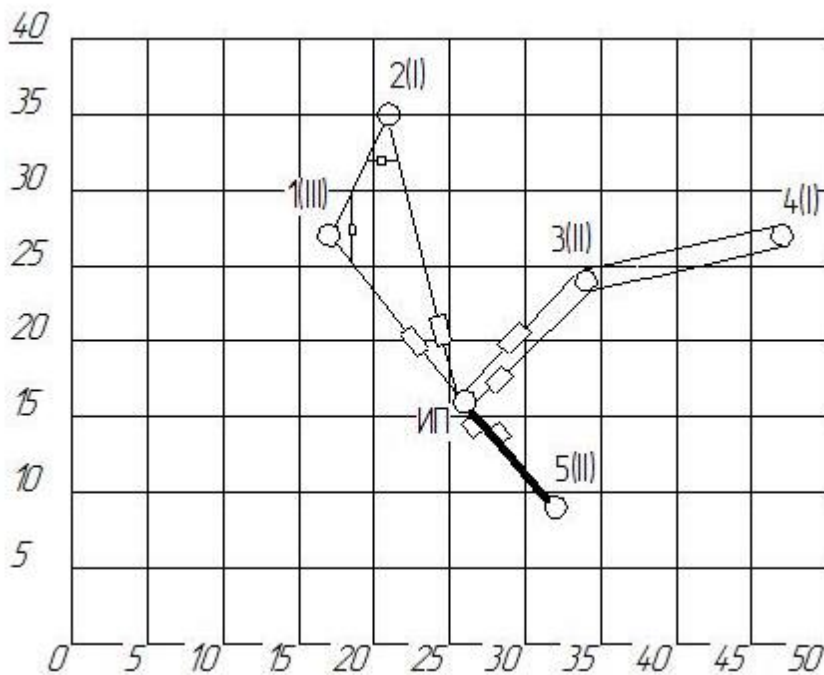
Критерии оценивания:

- если рассчитаны значения активной и реактивной мощностей на магистральном участке, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.3).

5. Для заданной схемы электроснабжения потребительских подстанций определить мощности на радиальном участке.

Исходные данные: $P_5 = 25$ МВт, $Q_5 = 17,24$ МВАр.



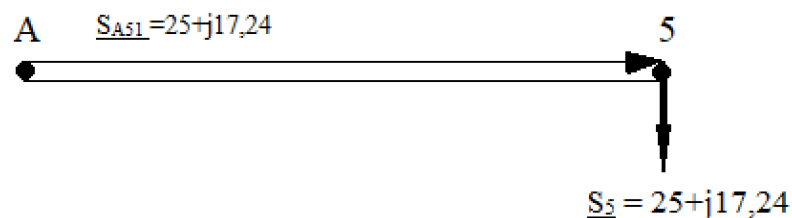
Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Полная мощность (поток полной мощности) для радиального участка А-5 равна полной мощности узла нагрузки №5 и определяется, МВА:

$$\underline{S}_{A51} = \underline{S}_5 = P_{A51} + jQ_{A51} = P_5 + jQ_5 = 25 + j17,24$$

где $\underline{S}_5$ - полная мощность узла нагрузки.



Критерии оценивания:

- если рассчитано значения полной мощности на радиальном участке, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.3)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) «Электроэнергетические системы и сети» 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)