МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«МДК.02.02 Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения»

(код и наименование дисциплины)

Уровень профессионального образования	**Среднее профессиональное образование**
Образовательная программа	**Программа подготовки специалистов среднего звена**
Специальность	**13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)** (базовая подготовка)
Квалификация выпускника	**техник**
Форма обучения	**заочная**
Год начала обучения	**2022**

Чебоксары, 2021

Фонд оценочных средств предназначен для текущего контроля освоения учебной дисциплины МДК.02.02 Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения обучающимися по специальности: 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

Организация-разработчик: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»

Разработчики: Михеев Георгий Михайлович, доктор технических наук, профессор

Рецензент(ы): Лавин Игорь Аронович, генеральный директор АО «Чувашэнергосетьремонт»

ФОС одобрен на заседании кафедры (протокол № 2, от 16.10.2021 г.).

Пояснительная записка

Фонд оценочных средств по дисциплине МДК.02.02 «*Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения»* подготовлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО по направлению подготовки 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 г. № 1216, а также с требованиями приказа Министерства просвещения РФ от 24 августа 2022 г. № 762 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования».

В соответствии с требованиями ФГОС фонды оценочных средств призваны способствовать оценке качества. Оценка качества подготовки обучающихся и выпускников осуществляется в двух основных направлениях:

- оценка уровня освоения дисциплин;
- оценка компетенций обучающихся.

Фонды оценочных средств призваны оценить умения, знания, практический опыт и освоенные компетенции по результатам освоения учебных дисциплин и профессиональных модулей.

В соответствии с требованиями ФГОС Чебоксарским институтом (филиалом) Московского политехнического университета для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей программы подготовки специалистов среднего звена (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация) разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить умения, знания, практический опыт и освоенные компетенции.

В соответствии с Приказом Министерства просвещения РФ от 24 августа 2022 г. № 762 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования» освоение образовательной программы среднего профессионального образования, в том числе отдельной части или всего объема учебного предмета, курса, дисциплины (модуля) образовательной программы, сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся. Формы, периодичность и порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся определяются образовательной организацией самостоятельно.

1.ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Назначение: Фонд оценочных средств предназначен для текущего контроля освоения учебной дисциплины МДК.02.02 «Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения» обучающимися по специальности: 13.02.07 Электроснабжение по отраслям.

Уровень подготовки: базовый

Форма контроля: экзамен

Умения, знания и компетенции, подлежащие проверке:

№	Наименование	**Метод контроля** Текущий контроль
Компетенции		
ПК 2.2	Выполнять основные виды работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
ПК 2.4	Выполнять основные виды работ по обслуживанию воздушных и кабельных линий электроснабжения.	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
Умения		
У 1.	вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
У 2.	обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
У 3.	определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
У 4.	контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.

№	Наименование	**Метод контроля** Текущий контроль
У 5	использовать нормативную техническую документацию и инструкции; выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
У 6	оформлять отчеты о проделанной работе	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
Знания		
З 1.	устройство оборудования электроустановок	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
З 2.	условные графические обозначения элементов электрических схем	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
З 3.	логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых установок	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
З 4.	содержание актуальной нормативно-правовой документации; виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
З 5.	эксплуатационно-технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
З 6.	основные положения правил технической эксплуатации электроустановок	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.
З 7.	виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения	устный опрос; внеаудиторная самостоятельная работа; тестирование.

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

2.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, по дисциплине МДК.02.02 Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций

Элемент дисциплины	Методы контроля	Проверяемые У, З, ОК, ПК
Тема 1.1. Устройство и конструктивное исполнение электрических сетей	Практическое занятие 1.1.: устный опрос, выполнение заданий, тестирование Самостоятельная работа 1.1.	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5 З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, ПК-2.2; ПК-2.4
Тема 1.2 Электрические схемы электрических сетей	Практическое занятие 1.2.: устный опрос, выполнение заданий, тестирование Самостоятельная работа 1.2.	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5 З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, ПК-2.2; ПК-2.4
Тема 2.1 Техническое обслуживание воздушных линий электроснабжения	Практическое занятие 2.1.: устный опрос, выполнение заданий, тестирование Самостоятельная работа 2.1.	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5 З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, ПК-2.2; ПК-2.4
Тема 2.2 Техническое обслуживание кабельных линий электроснабжения	Практическое занятие 2.2.: устный опрос, выполнение заданий, тестирование Самостоятельная работа 2.2.	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5 З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, ПК-2.2; ПК-2.4
Тема 3.1. Нормативная, техническая документация и инструкции	Практическое занятие 3.1.: устный опрос, выполнение заданий, тестирование Самостоятельная работа 3.1.	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5 З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, ПК-2.2; ПК-2.4

2.2. Задания для оценки освоения учебной дисциплины

Практическое занятие по теме 1.1. Устройство и конструктивное исполнение электрических сетей

Устный опрос:

1. Выбор проводов по нагреву (по длительно допускаемой нагрузке).
2. Выбор площади сечения проводников по экономичной плотности тока.
3. Определение наименьшей площади сечения проводов (для воздушных линий) по условиям короны.
4. Определение потерь и отклонений напряжения.
5. Определение потерь мощности и энергии.

Примеры задач для практических занятий:

Задача: выполнить электрический расчет для линий СА длиной l_{CA} и АВ длиной $l_{AB.}$

Потребители А и В получают питание по схеме, приведенной на рисунке 1.1. Значения максимальных мощностей потребителей P_a и $P_в$, коэффициентов мощности $cos\varphi_a$ и $cos\varphi_b$, номинальное напряжение в линии $U_н$, продолжительность использования максимума нагрузки T_{max}, приведены в таблице 1.1 в соответствии с вариантами.

Исходные данные

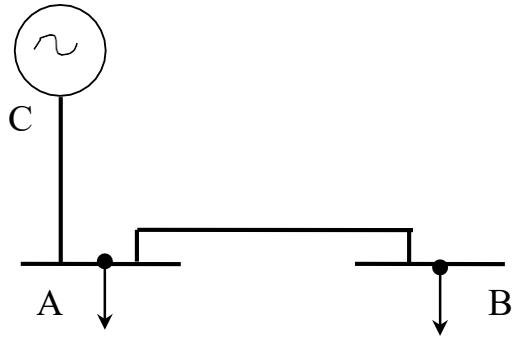


Рисунок 1.1 Схема присоединения потребителей

Таблица 1.1 - Исходные данные

Вари -ант	P_a, кВт	$P_в$, кВт	$U_н$, кВ	$cos\varphi_a$	$cos\varphi_b$	$l_{CA,}$км	l_{AB}, км	$T_{max,}$ ч
1	600	800	10	0,8	0,7	2	4	6500
2	990	630	6	0,92	0,92	4,5	9	2250
3	500	1000	35	0,6	0,9	7,5	10	4500
4	100	200	10	0,8	0,6	0,4	0,6	4700
5	105	85	6	0,92	0,92	6	2	3500
6	3000	500	35	0,8	0,6	6,5	5	4700
7	1000	1200	35	0,92	0,92	8	5,7	7000

Вари -ант	P_a, кВт	$P_в$, кВт	$U_н$, кВ	$cos\varphi_a$	$cos\varphi_b$	l_{CA},км	l_{AB}, км	$Tmax$, ч
8	500	100	10	0,92	0,8	6	0,7	5500
9	150	600	6	0,93	0,92	3	0,8	3000
10	300	800	10	0,9	0,92	1,8	6	4500
11	900	130	6	0,62	0,92	4,5	9	2250
12	900	800	35	0,92	0,92	5,6	10	6000
13	800	600	35	0,8	0,7	6	8	3700
14	600	800	10	0,8	0,6	10	7	3900
15	4000	800	35	0,8	0,6	3	6	2700
16	900	700	10	0,8	0,7	5	8	3700
17	1000	1050	35	0,6	0,8	4	7	3800
18	500	900	6	0,8	0,9	4	6	3000
19	800	750	10	0,9	0,8	5	10	4500
20	600	900	6	0,8	0,7	3	2	2800

Решение: 1. Выбор сечения проводов по нагреву.

1.1. Расчет реактивных мощностей нагрузок, кВАр

$$Q_A = P_A * tg\varphi_A;$$

$$tg\varphi_A = \frac{\sqrt{1-\cos^2\varphi_A}}{\cos\varphi_A};$$

$$Q_B = P_B * tg\varphi_B;$$

$$tg\varphi_B = \frac{\sqrt{1-\cos^2\varphi_B}}{\cos\varphi_B};$$

1.2. Расчет токов нагрузок, А

$$I_A = \frac{S_A}{\sqrt{3}*U_H} = \frac{\sqrt{P_A^2+Q_A^2}}{\sqrt{3}*U_H};$$

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3}*U_H} = \frac{\sqrt{P_B^2+Q_B^2}}{\sqrt{3}*U_H};$$

Ток в линии на участке СА, А

$$I_{CA} = \frac{S_\Sigma}{\sqrt{3}*U_H} = \frac{\sqrt{(P_A+P_B)^2+(Q_A+Q_B)^2}}{\sqrt{3}*U_H};$$

1.3. Выбор проводов воздушной ЛЭП.

Выбор неизолированных проводов осуществляется по допустимой длительной нагрузке.

Допустимая длительная нагрузка на неизолированные провода при предельно допустимой температуре нагрева провода +70° С И температуре воздуха +25° С

Медные провода		Алюминиевые провода		Сталеалюминиевые провода			
Площадь сечения, мм^2	Допусти-мый ток, А	Площадь сечения, мм^2	Допусти-мый ток, А	Площадь сечения, мм^2	Допусти-мый ток, А	Площадь сечения, мм^2	Допусти-мый ток, А
16	130	35	170	35/5,2	175	300/39	690
25	180	50	215	50/8,0	210	400/51	825
35	220	70	265	70/11	265	500/60	945
50	270	95	325	95/15	330	120/27	375
70	340	120	375	120/22	380	150/35	450
95	415	150	440	150/26	445	185/43	515
120	485	185	500	185/29	515	240/56	610
150	570	240	590	240/39	610	300/72	705

Условие выбора

$$I_{доп} > I_{расч},$$

где Iдоп – допустимая длительная нагрузка на провод, А;

Iрасч – рассчитанный ранее ток линии, А

После выбора указывается марка провода с указанием сечения и допустимый ток. Например, провод А-35 с сечением S=35 мм^2 и Iдоп=170 А.

2. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока

Выбор проводов по экономичной плотности тока сводится к определению экономического сечения и выбору по справочным приложениям ближайшего стандартного сечения провода, мм²:

$$S_{эк}=I_н/j_{эк},$$

где jэк – экономическая плотность тока, выбирается в зависимости от Тмах и типа токоведущих частей для воздушных линий.

Экономическая плотность тока в зависимости от продолжительности использования максимума нагрузки

Наименование проводников	Экономическая плотность тока $j_{эк}$, А/мм², при продолжительности использования максимума нагрузки T_{max}, ч		
	от 1000 до 3000	от 3000 до 5000	от 5000 до 8700
Неизолированные провода и шины:			
медные	2,5	2,1	1,8
алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной изоляцией и жилами			
медными	3,0	2,5	2,0
алюминиевыми	1,6	1,4	1,2

Наименование проводников	Экономическая плотность тока $j_{эк}$, А/мм², при продолжительности использования максимума нагрузки T_{max}, ч		
	от 1000 до 3000	от 3000 до 5000	от 5000 до 8700
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с медными жилами с алюминиевыми жилами	3,5 1,9	3,1 1,7	2,7 1,6

После расчета Sэк сравнивается с выбранным ранее сечением по допустимой длительной нагрузке. Окончательно принимается наибольшее сечение.

3. Расчет сопротивлений линий.

Определение активного (r_0) и индуктивного (x_{L0}) удельных сопротивлений участка воздушной линии.

Активное и индуктивное сопротивления воздушных линий с алюминиевыми (А) проводами

Среднее геометрическое расстояние между проводами, мм	Площадь сечения провода, мм²								
	16	25	35	50	70	95	120	150	185
Индуктивное сопротивление, Ом/км									
2000	0,435	0,421	0,410	0,398	0,388	0,377	0,368	0,363	0,355
2500	0,449	0,435	0,424	0,413	0,399	0,390	0,382	0,377	0,371
3000	0,460	0,446	0,435	0,423	0,410	0,401	0,393	0,388	0,382
Активное сопротивление, Ом/км									
	1,96	1,27	0,91	0,63	0,45	0,33	0,27	0,21	0,17

Индуктивное сопротивление для линий напряжением 6 - 10 кВ (х0) выбирается для расстояния 2000 мм между проводами, а для линий напряжением 35 кВ – для расстояния 3000 мм между проводами.

Сопротивление линии на участке СА, Ом:

$$R_{CA} = r_{0CA} \cdot l_{CA}$$
$$X_{LCA} = x_{L0CA} \cdot l_{CA}$$

Сопротивление линии на участке АВ, Ом:

$$R_{AB} = r_{0AB} \cdot l_{AB}$$
$$X_{LAB} = x_{L0AB} \cdot l_{AB}$$

4. Определение потерь напряжения

Продольная составляющая падения напряжения, В:

$$\Delta U = I_{CA} (R_{CA} \cdot \cos\varphi_{CA} + X_{LCA} \cdot \sin\varphi_{CA}) + I_B (R_{AB} \cdot \cos\varphi_B + X_{LAB} \cdot \sin\varphi_B)$$

Линейная потеря напряжения, В:

$$\Delta U_л = \sqrt{3} \cdot \Delta U$$

Поперечная составляющая падения напряжения, В:

$\delta U = I_{CA} (X_{LCA} \cdot \cos\varphi_{CA} - R_{CA} \cdot \sin\varphi_{CA}) + I_B (X_{LAB} \cdot \cos\varphi_B - R_{AB} \cdot \sin\varphi_B)$

5. Определение относительной потери напряжения и сравнение ее с допустимым значением, %:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U_л}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

$$\varepsilon_{доп} \geq \varepsilon$$

Допустимые потери напряжения $\varepsilon_{доп}=10\%$

Если расчетное значение ε больше допустимого, следует принять большее значение сечения проводов и повторить расчет потерь.

6. Определение напряжения в конце линии (на шинах второго потребителя), В:

$$U_B = U_{ном} - \sqrt{\Delta U^2 + \delta U^2}$$

7. Расчет потерь мощности

7.1. Определение потерь активной мощности, кВт:

$$\Delta P_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{P_i^2 r_i}{U_i^2} + \frac{Q_i^2 r_i}{U_i^2} \right) = \left(\frac{(P_A + P_B)^2 \cdot R_{CA}}{U_н^2} + \frac{(Q_A + Q_B)^2 \cdot R_{CA}}{U_н^2} + \frac{P_B^2 \cdot R_{AB}}{U_н^2} + \frac{Q_B^2 \cdot R_{AB}}{U_н^2} \right) \cdot 10^{-3}$$

7.2. Определение потерь реактивной мощности, квар:

$$\Delta Q_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{P_i^2 x_i}{U_i^2} + \frac{Q_i^2 x_i}{U_i^2} \right) = \left(\frac{(P_A + P_B)^2 \cdot X_{CA}}{U_н^2} + \frac{(Q_A + Q_B)^2 \cdot X_{CA}}{U_н^2} + \frac{P_B^2 \cdot X_{AB}}{U_н^2} + \frac{Q_B^2 \cdot X_{AB}}{U_н^2} \right) \cdot 10^{-3}$$

8. Определение КПД сети, %:

$$\eta = \left(1 - \frac{\Delta P_\Sigma}{P_A + P_B} \right) \cdot 100\%$$

9. Определение годовых потерь энергии в линии трехфазного тока, кВтч:

$$\Delta A_{нб} = \Delta P_{\Sigma} \cdot \tau_{нб} = \Delta P_{\Sigma} \cdot \left(0{,}124 + T_{\max} \cdot 10^{-4}\right)^2 \cdot 8760$$

10. Построение векторной диаграммы напряжений и токов по расчетным данным.

При построении диаграммы рекомендуется принять масштаб:

для Uн = 6 кВ – 0,5 кВ в 1 см;

для Uн = 10 кВ – 1 кВ в 1 см;

для Uн = 35 кВ – 3 кВ в 1 см;

для тока I – 30 А в 1 см.

Пример векторной диаграммы приведен на рисунке 1.2.:

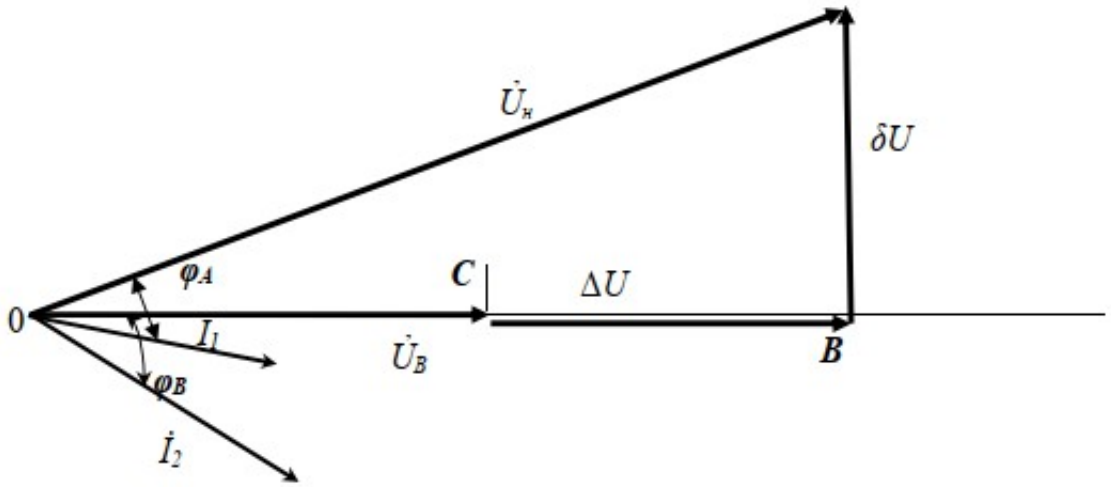


Рисунок - 1.2 Векторная диаграмма токов и напряжений

11. Вывод по результатам расчета о пригодности к эксплуатации линии.

Тестирование:

1. Устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе:

А) воздушные линии и сети

Б) кабельные линии и сети

В) открытые линии и сети

Г) высоковольтные линии и сети

2. Дайте определение одноцепной воздушной линии

А) под понятием цепь подразумевают три провода одной трехфазной линии

Б) под понятием цепь подразумевают, когда натянуты четыре провода в ВЛ

В) под понятием цепь подразумевают, когда натянуты пять проводов в ВЛ

Г) это когда натянуто два провода в ВЛ, фаза и нулевая

3. Виды распределительных устройств

А) открытое и закрытое
Б) закрытое и встроенное
В) открытое и внутреннее
Г) закрытое и внутреннее

4. Какие достоинства имеют открытые РУ?
А) низкая стоимость
Б) удобство обслуживания, небольшая площадь
В) высокая степень защиты оборудования
Г) хорошая защита от электромагнитных помех

5. Какие недостатки имеют открытые РУ?
А) воздействие окружающей среды
Б) низкая защита от электромагнитных помех
В) высокая стоимость
Г) применение сложного оборудования

Самостоятельная работа:

Составить сравнительную таблицу типы, устройство и принцип действия защитно-коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В и выше 1000 В.

Практическое занятие по теме 1.2. Электрические схемы электрических сетей

Устный опрос:

1. Конструктивные выполнение ГПП.
2. Конструктивное выполнение ЦРП.
3. Схемы электроснабжения потребителей 1 категории.
4. Преимущества и недостатки метода определения места положения ГПП (ЦРП) через центр электрических нагрузок.

Примеры задач для практических занятий:

Задача: Определить центр электрических нагрузок, выяснить ориентировочное место расположения ГПП (ЦРП). При необходимости отступать от него следует стремиться ближе к источникам питания.

Исходные данные

Категория, установленная мощность Ру и коэффициент спроса кс основных потребителей электроэнергии для соответствующих вариантов приведены в таблице 2.1. Номер рисунка заданного плана станции по вариантам, а также координаты расположения трансформаторных подстанций (ТП) на территории потребителей указаны в таблице 2.2. Рисунки планов станции приведены ниже.

Таблица 2.1. - Характеристики потребителей

Наименование потребителя электроэнергии	Категория потребителя	Коэффициент спроса кс	Номера вариантов											
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
			13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
			Установленная мощность потребителей $P_у$, кВт											
Пассажирское здание	I	0,6	100	150	200	120	130	160	180	110	140	170	150	130
Жилой поселок	III	0,4	400	500	600	450	550	650	480	560	700	680	580	460
Школа	I	0,8	120	150	170	185	200	190	140	160	155	130	175	165
Больница	I	0,7	300	340	350	310	280	250	270	240	320	330	260	290
Насосная	I	0,7	280	400	280	380	260	350	370	290	340	375	285	390
Котельная	I	0,5	600	500	700	550	650	580	640	700	600	500	550	650
Депо	I	0,8	700	680	720	650	600	620	580	575	550	670	710	630
Грузовой двор	II	0,85	150	200	100	120	130	140	150	160	170	180	110	190
Пост ЭЦ	I	0,95	100	90	80	110	120	130	140	75	85	95	105	125

Таблица 2.2 - Координаты расположения потребителей

Номер варианта	**1-12**		**13-24**	
Номер рисунка плана станции	**1**		**2**	
Наименование потребителей	Координаты расположения ТП, м			
	x	y	x	y
Пассажирское здание	40	20	60	-40
Жилой поселок	-70	180	200	-180
Школа	-320	250	-260	-135
Больница	650	-140	1070	-240
Насосная	520	20	440	-60
Котельная	-460	70	770	-60
Депо	1270	70	-800	60
Грузовой двор	-680	-80	850	40
Пост ЭЦ	-170	20	-190	-40

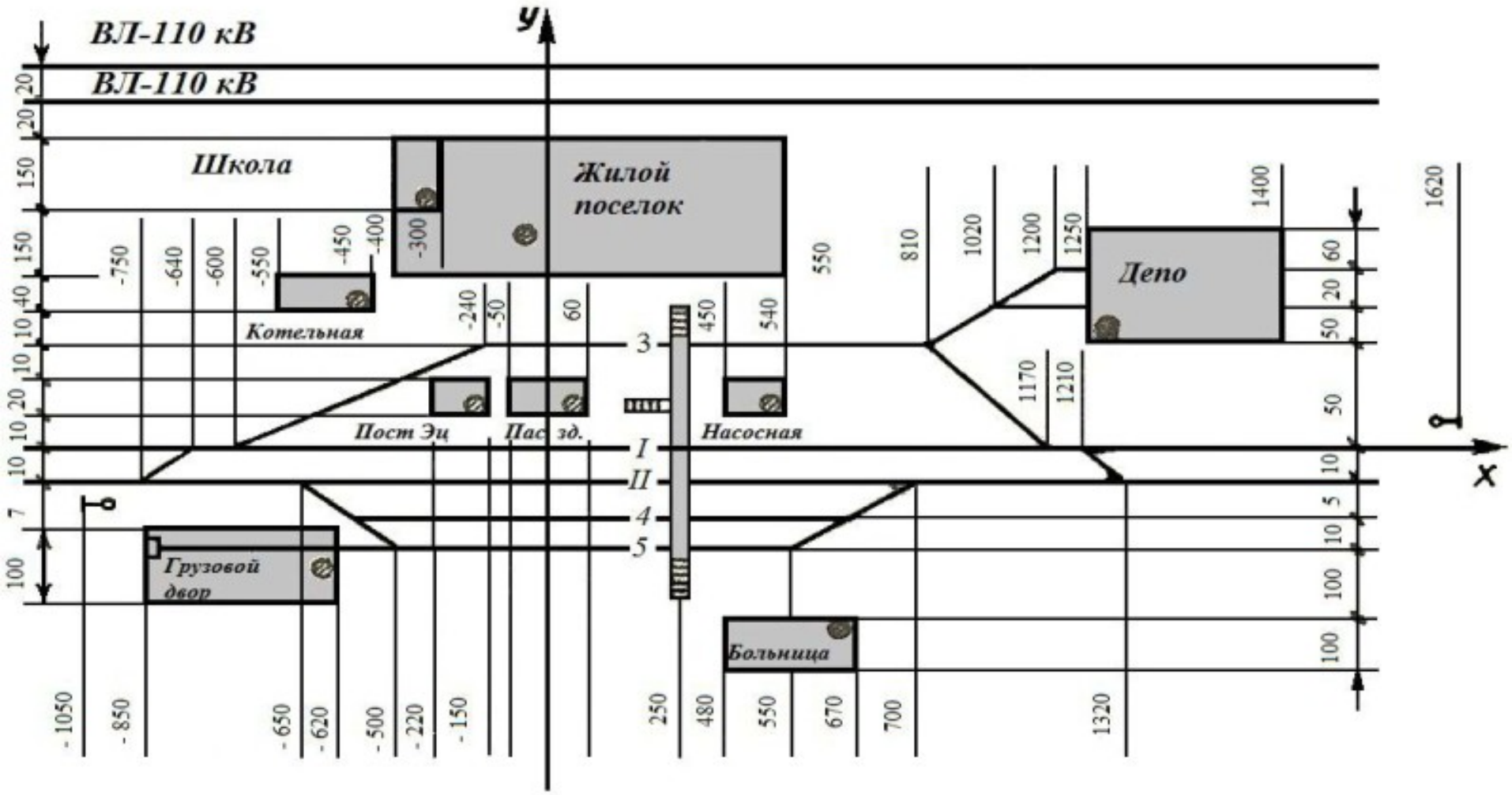


Рисунок 2.1.- План станции для вариантов 1-12

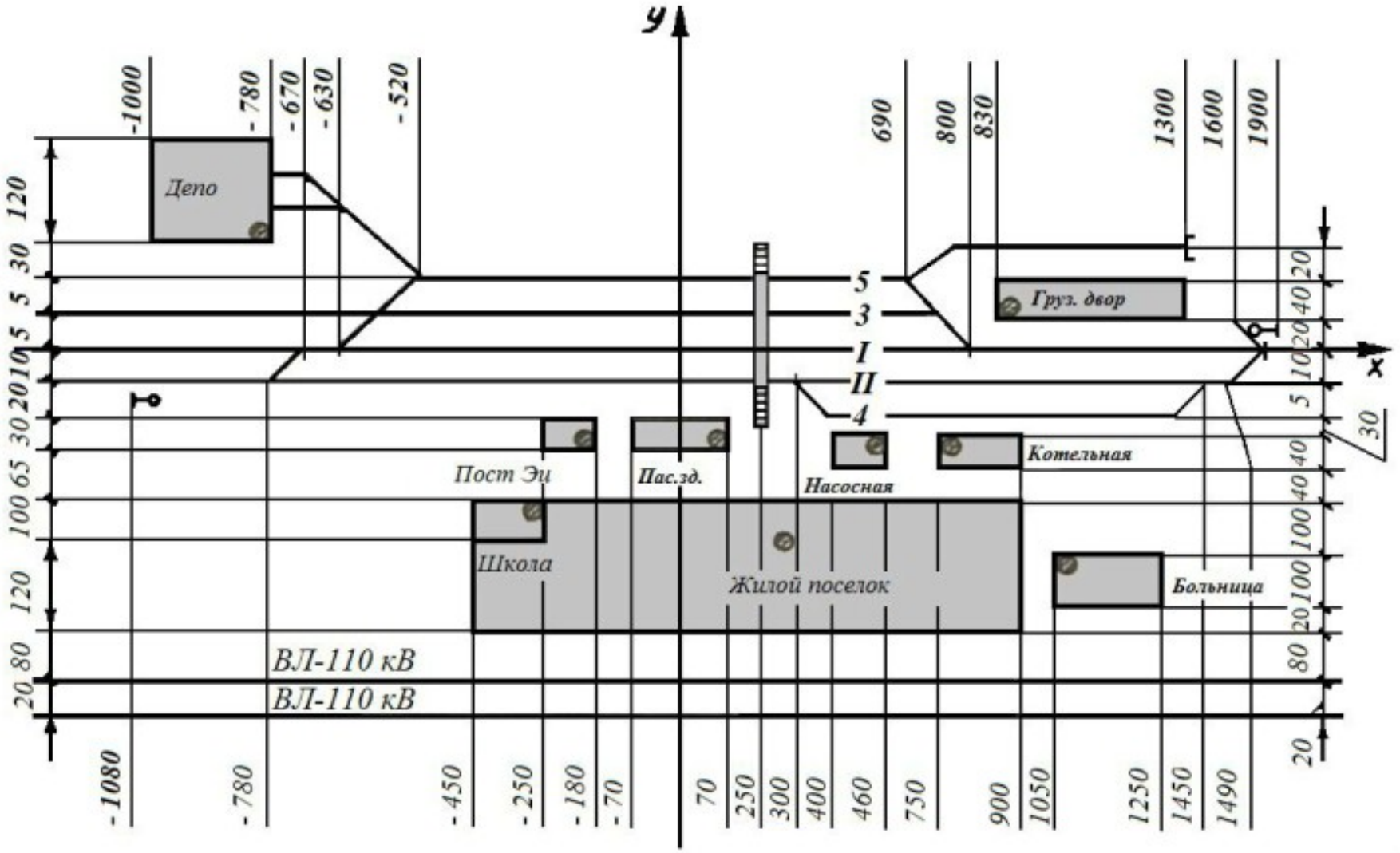


Рисунок 2.2. - План станции для вариантов 13-24

Решение: Выписать исходные данные из таблиц 2.1 и 2.2 в рабочую таблицу 2.3.

Таблица 2.3- Мощности потребителей

Наименование потребителя электроэнергии	Категория потребителя	Коэффициент спроса, $к_с$	Установленная мощность $P_у$, кВт	Максимальная мощность потребителя $P_{мах}$, кВт	Координаты расположения ТП, м	
					x	*y*

1. Рассчитать максимальные мощности потребителей, кВт, и занести рассчитанные данные в таблицу 2.3

$$Рмах = Ру \cdot кс$$

2. Определить расчетом координаты центра электрических нагрузок по формулам:

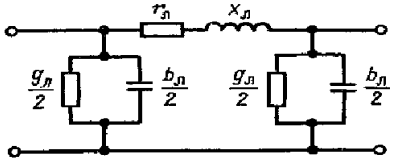
$$x_{цэн} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_{max} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_{max}} \qquad y_{цэн} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_{max} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_{max}}$$

4. Пользуясь планом станции и данными расчетов, определить приблизительное место расположения главной понижающей подстанции (ГПП). При определении места расположения учитывать возможность размещения территории ГПП и присоединения ее к внешней сети электроснабжения. Размеры территории ГПП принять следующими: 100х70 м.

5. Сделать вывод о месте расположения ГПП.

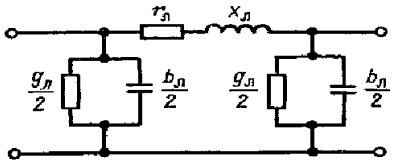
Тестирование:

1. В данной схеме замещения, какие параметры линии зависит от величины напряжение сети?



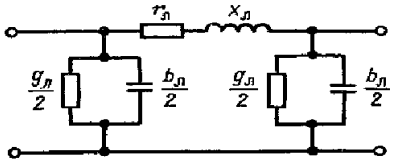
А) ёмкостная проводимость линии -bл
Б) активное сопротивление линии -Rл
В) реактивное сопротивление линии -Хл
Г) реактивная проводимость линии -2

2. В данной схеме замещения, какой параметр линии зависит от величины нагрузки?



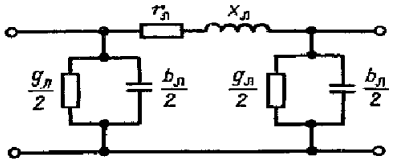
А) реактивное сопротивления Хл
Б) активное сопротивления rл
В) активный проводимость gл
Г) ёмкостная проводимость bл

3. Сети какого напряжения имеют такую схему замещения?



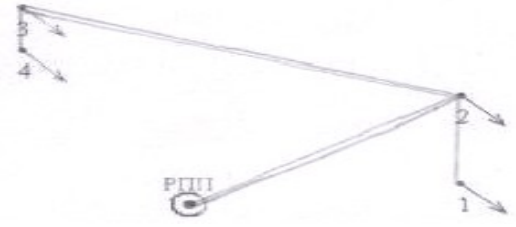
А) сети от 110кВ и выше
Б) сети от 110кВ и ниже
В) сети от 6 до 35 кВ
Г) сети до 1000кВ

4. В сетях до 35кВ какие параметры из данной схеме замещения пренебрегают?



А) активную и ёмкостную проводимость
Б) активную проводимость
В) ёмкостную проводимость
Г) активную и реактивную сопротивлению

5. В какую схему относятся такая схема?



А) радиально-магистральная
Б) магистрально-угловая
В) угловая-радиальная
Г) радиально-смешенное

Самостоятельная работа:
Составить конспект на тему «Электрические схемы электрических сетей».

Практическое занятие по теме 2.1 Техническое обслуживание воздушных линий электроснабжения

Устный опрос:

1. Типы изоляторов, применяемые на ВЛ.
2. Зависимость длины вязальной проволоки.
3. Выполнение двойного крепления проводов.
4. Предотвращение автоколебания проводов.

Примеры задач для практических занятий:

Задача: На прямом участке линии провода прикрепить к головке или шейке изолятора со стороны опоры (рисунок 2.1.1.). При изменении направления линии, в месте поворота, провода крепить к шейке изолятора со стороны угла (рисунок 2.1.2). Двойное рессорное крепление (рисунок 2.1.3) выполнить на участках, подверженных автоколебаниям проводов. Вязка должна быть выполнена проволокой диаметром не менее 3,5 мм из того же материала, что и основной провод.

При применении стальной проволоки для крепления проводов марок А, АС, в месте вязки провод должен быть обернут алюминиевой лентой толщиной не менее 0,3 – 0,5 мм. Длина вязальной проволоки зависит от сечения провода.

1. **Решение:** Изучить рисунок 2.1.1 и определить последовательность технологической операции на прямом участке. Зарисовать этапы крепления в отчет и пояснить каждый этап.



Рисунок 2.1.1. - Крепление проводов к штыревым изоляторам на прямом участке линии

2. Изучить рисунок 2.1.2 и определить последовательность технологической операции в местах изменения направления линии. Зарисовать этапы крепления в отчет и пояснить каждый этап.



Рисунок 2.1.2. - Крепление проводов к штыревым изоляторам в местах изменения направления линии.

3. На макете, при помощи вязальной проволоки, прикрепить провода к изоляторам с использованием вязальных проводов различными способами крепления, приведенными на рисунке 2.1.3.

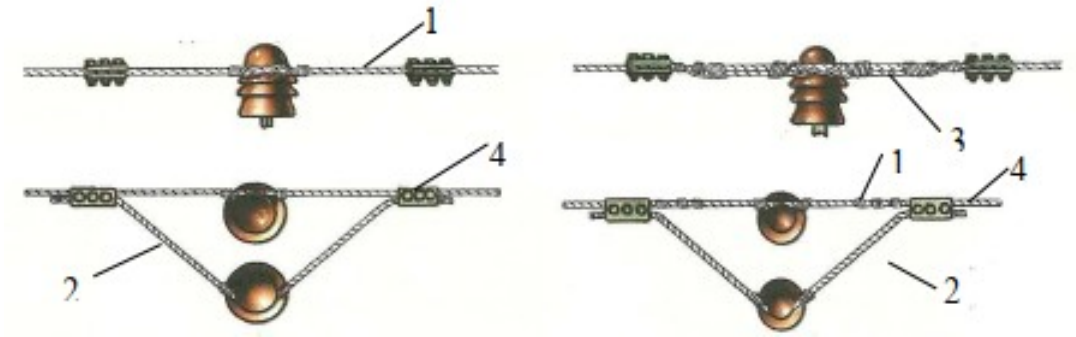


Рисунок 2.1.3. - Двойное и двойное рессорное крепление проводов
1 – линейный провод
2 – вспомогательный провод
3 – рессорный провод
4– соединительный зажим

4. Сделать вывод о применении различных способов крепления проводов.

Тестирование:

1. Что поддерживают провода и тросы на определенной высоте над уровнем земли или воды?

А) опоры
Б) изоляторы
В) траверсы
Г) арматуры

2. Почему провода воздушных линий электропередачи сделаны многопроволочными?

А) это даёт большую пропускную способность
Б) это даёт большую механическую способность
В) это даёт большое экономическое значение
Г) потому, что невозможно без такого провода

3. Область применения опорных или опорно-стержневых изоляторов.

А) на них закрепляется шины низкого напряжение трансформатора, токоведущие части разъединители
Б) на них закрепляется провода ЛЭП, токоведущие части выключатели
В) на них закрепляется провода КЛЭП, токоведущие части трансформаторов
Г) на них закрепляется обмотки низкого напряжение трансформатора, токоведущие части отделителя

4. В какую группу входит данные изоляторы по расположению токоведущих частей?



А) проходные
Б) подвесные
В) опорные
Г) стержневые

5. Какую роль играет ребро на изоляторах?
А) увеличивает пути пробоя
Б) уменьшает пути пробоя
В) увеличивает пути нагрева
Г) уменьшает количество пробоя

Самостоятельная работа

Основные положения правил технического обслуживания воздушных линий. Виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения при обслуживании электрических сетей.

Практическое занятие по теме 2.2 Техническое обслуживание кабельных линий электроснабжения

Устный опрос:

1. Элементы конструкции электрических кабелей.
2. Материал токоведущих частей электрических кабелей.
3. Преимущества кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена по сравнению с кабелями с бумажно-масляной изоляцией.
4. Элементы конструкции электрического кабеля и провода СИП.

Примеры задач для практических занятий:

Задача: Изучив элементы конструкции кабеля, заполнить таблицу характеристик кабеля.

1. **Решение:** Получить у преподавателя образец кабеля.
2. Изучив элементы конструкции кабеля, заполнить таблицу 2.2.3.

Таблица 2.2.3 - Характеристики изучаемого кабеля

Токоведущие жилы (материал, конструкция)	Изоляция (вид, материал)	Защитная оболочка	Броня	Наружный покров

3. Выполнить эскиз поперечного сечения образца кабеля, обозначив основные элементы конструкции.

4. Измерить радиусы (диаметры) жил и определить сечение токоведущих частей.

5. По справочным таблицам (приложения 6.1 и 6.2) определить допустимый ток кабеля.

6. Изучив материал конспекта, записать в отчет предположительную маркировку кабеля.

7. Устно ответить на вопросы преподавателя по конструкции исследованного образца кабеля.

Тестирование:

1. Выбрать сечение контрольного кабеля для подключения трансформатора тока. Удельное сопротивление ρ_0=0,0283 Ом·мм^2/м, длина кабеля L=4м, $r_{пров}$=0,109 Ом.

А) 2,5 мм^2

Б) 1 мм^2

В) 4 мм^2

Г) 6 мм^2

Д) 10 мм^2

2. Выбрать сечение контрольного кабеля для подключения трансформатора тока. Удельное сопротивление ρ_0=0,0283 Ом·мм^2/м, длина кабеля L=4м, $r_{пров}$=0,056 Ом.

А) 4 мм^2

Б) 2,5 мм^2

В) 1,5 мм^2

Г) 6 мм^2

Д) 10 мм^2

3. Выбрать сечение кабеля для отходящих линий по нормированной экономической плотности тока. $I_{норм}$=82,17 А, $j_{эк}$=1,6 А/мм^2.

А) 50 мм^2

Б) 35 мм^2

В) 70 мм^2

Г) 95 мм^2

4. Выбрать сечение кабеля для отходящих линий по нормированной экономической плотности тока. $I_{норм}$=115,6 А, jэк=1,6 А/мм^2.

А) 70 мм^2

Б) 35 мм^2
В) 50 мм^2
Г) 95 мм^2

5. Выбрать сечение кабеля для отходящих линий по нормированной экономической плотности тока. $I_{норм}$=150,1 А, jэк=1,6 А/мм^2.
А) 95 мм^2
Б) 35 мм^2
В) 70 мм^2
Г) 120 мм^2

Самостоятельная работа:
Основные положения правил технического обслуживания кабельных линий. Виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения при обслуживании электрических сетей.

Практическое занятие по теме 3.1. Нормативная, техническая документация и инструкции

Устный опрос:
1. Расположение оборудований на ОРУ
2. Расположение оборудований на ЗРУ
3. Назначение силовых выключателей
4. Принцип гашения дуги в масляных выключателях
5. Принцип гашения дуги в воздушных выключателях
6. Достоинства и недостатки масляных выключателей
7. Назначение, разновидность и применение разъединителей
8. Назначение, разновидность и применение выключателей нагрузки
9. Измерительные трансформаторы: разновидность и назначение
10. Измерительные трансформаторы тока
11. Выбор измерительных трансформаторов
12. Реакторы: разновидность и их характеристики.

Примеры задач для практических занятий:

Задача: Ознакомиться с принципом работы измерительных трансформаторов тока и напряжения. Произвести выбор измерительных трансформаторов для обеспечения измерения электрических величин на подстанции.

Решение: Объем измерений для каждого присоединения устанавливается согласно ПУЭ.

Трансформаторы тока выбирают:

По напряжению установки: Uуст<Uном

По току: Iнорм<$I_{1ном}$ Imax<$I_{1\ ном}$

Номинальный ток должен быть как можно ближе к рабочему току установки, так как недогрузка первичной обмотки приводит к увеличению погрешностей

По конструкции и классу точности

По вторичной нагрузке: Z2<Z2ном

где Z2 - вторичная нагрузка трансформатора тока;

Z2ном- номинальная допустимая нагрузка трансформатора тока в выбранном классе точности. Составить таблицу вторичной нагрузки

Таблица № 2 Нагрузка вторичных цепей ТТ

Наименование прибора	тип	Нагрузка по фазам		
		А	Б	С

Итого

Установка контрольно-измерительных приборов

Вторичная нагрузка состоит из сопротивления приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов

$$r_2 = r_{приб} + r_{пр} + r_к$$

Сопротивление приборов определяется по выражению

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2}$$

Сопротивление контактов принимают 0,05 ом при 2-3 приборов. Сопротивление соединительных проводов зависит от длины и сечения. Чтобы трансформатор тока работал в выбранном классе точности необходимо

$$r_{приб} + r_{пр} + r_к \le Z_{2нно}$$

Тогда

$$r_{пр} = Z_{2нно} - r_{приб} - r_к$$

Зная сопротивление проводов можно определить сечение

$$q = \frac{\rho * l_{расч}}{r_{пр}}$$

ρ-удельное сопротивление материала провода (0,0175 медь и 0,0283 аллюминий). Провода с медными жилами применяются во вторичных цепях основного и вспомогательного оборудования на подстанциях с высшим напряжением 220 кВ и выше в остальных случаях во вторичных цепях применяются провода с алюминиевыми жилами.

Длину соединительных проводов от трансформатора тока до приборов (в один конец)можно принять для различных присоединений приблизительно

равной, **М**

Таблица №3 Расчетные длины проводов вторичных цепей ТТ до приборов.

Наименования	Длина в метрах
Линии 6-10 кВ к потребителям	4-6
Цепи РУ 35кВ	60-75
110кВ	75-100
220кВ	100-150
330-500кВ	150-175

По условию прочности сечение не должно быть меньше 4 мм^2 для алюминиевых жил и 2,5мм ^{2} для медных.

Производится проверка по электродинамической устойчивости и термической.

Выбор трансформаторов напряжения.

Трансформаторы напряжения выбираются;

По напряжению установки

$$U_{\text{уст}} \le U_{\text{ном}}$$

По конструкции и схеме соединения обмоток

По классу точности

По вторичной нагрузке

$$S_{2\sum} \le S_{\text{ном}}$$

Sном -номинальная мощность в выбранном классе точности.

Для однофазных трансформаторов, соединенных в звезду, следует взять суммарную мощность всех трех фаз, а для соединенных по схеме открытого треугольника удвоенную мощность одного трансформатора.

$$S_{2\sum} = \sqrt{\left(\sum S_{\text{приб}} \cos\varphi\right)^2 + \left(\sum \mathrm{S}_{\text{приб}} \sin\varphi\right)^2} = \sqrt{P_{\text{приб}}^2 + Q_{\text{приб}}^2}$$

Таблица №7 Вторичная нагрузка ТН

Наименование прибора	тип	S одной обмотки ВА	Число обмоток	Cos φ	Sin φ	Число приборов	Общая потребляемая мощность	
							P Вт	Q Вар

Итого

Если вторичная нагрузка превышает номинальную мощность в выбранном классе точности, то устанавливают второй трансформатор и часть

нагрузки присоединяют к нему. Сечение проводов по условиям механической прочности принимают 1,5мм^2 для меди 2,5мм^2 для алюминия.

Тестирование:

1. Ограничения токов ОЗЗ не требуется при величине:

А) не более 10 А в сетях 3 – 20 кВ с железобетонными опорами ВЛ
Б) не более 15 А в сетях 3 – 20 кВ с железобетонными опорами ВЛ
В) не более 20 А в сетях 3 – 20 кВ с железобетонными опорами ВЛ
Г) не более 25 А в сетях 3 – 20 кВ с железобетонными опорами ВЛ
Д) не более 30 А в сетях 3 – 20 кВ с железобетонными опорами ВЛ

2. Ограничения токов ОЗЗ не требуется при величине:

А) не более 10 А в сетях 35 кВ
Б) не более 15 А в сетях 35 кВ
В) не более 20 А в сетях 35 кВ
Г) не более 25 А в сетях 35 кВ
Д) не более 30 А в сетях 35 кВ

3. Изоляция в сетях 6 - 35 кВ выполняется на:

А) междуфазное напряжение
Б) фазное напряжение
В) 1,2 фазного напряжения
Г) 1,4 фазного напряжения
Д) 1,5 фазного напряжения

4. Номинальный ток вторичной обмотки трансформатора тока:

А) 3 А
Б) 5 А
В) 6 А
Г) 10 А
Д) 15 А

5. Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора напряжения

А) 100 В
Б) 127 В
В) 220 В
Г) 380 В
Д) 690 В

Самостоятельная работа:

Составление списка нормативной и технической документации.

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерии оценки умений выполнения практических заданий:

Критерий	Оценка
обучающийся ясно изложил условие задачи, решение обосновал	Отлично
обучающийся ясно изложил условие задачи, но в обосновании решения имеются сомнения;	Хорошо
обучающийся изложил решение задачи, но обосновал его формулировками обыденного мышления;	Удовлетворительно
обучающийся не уяснил условие задачи, решение не обосновал либо не сдал работу на проверку (в случае проведения решения задач в письменной форме).	Неудовлетворительно

Критерии оценки знаний путем опроса:

Критерий	Оценка
выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, если общие и профессиональные компетенции не сформированы, виды профессиональной деятельности не освоены, если не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании техникума без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине	Неудовлетворительно
выставляется студентам, обнаружившим знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомым с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в устном ответе и при выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Общие и профессиональные компетенции у таких студентов сформированы либо сформированы частично и находятся на стадии формирования, но под руководством преподавателя будут полностью сформированы.	Удовлетворительно
выставляется студентам, овладевшим общими и профессиональными компетенциями, продемонстрировавшим хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную в программе, а также показавшим систематический характер знаний по дисциплине, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Хорошо
выставляется студентам, освоившим все предусмотренные профессиональные и общие компетенции, обнаружившим всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, продемонстрировавшим умение применять теоретические знания	Отлично

Критерий	Оценка
для решения практических задач, умеющим находить необходимую информацию и использовать ее, а также усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	

Критерии оценки результатов тестирования:

Критерий	Оценка
Не менее 80% правильных ответов	**5**
65-79% правильных ответов	**4**
50-64% правильных ответов	**3**

Критерии оценки самостоятельной работы:

Критерий	Оценка
Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает тему самостоятельной работы, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер	Отлично
Обучающийся в целом раскрывает тему самостоятельной работы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера	Хорошо
Обучающийся в целом раскрывает тему самостоятельной работы и допускает ряд неточностей, фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности.	Удовлетворительно
Обучающийся не владеет выбранной темой самостоятельной работы	Неудовлетворительно