

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ І. Л. Лебединський

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему: **«Модернізація електричної частини високовольтної підстанції»**

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав: студент гр. ЕТм-91

\_\_\_\_\_ В.С. Заїка

Керівник, к.т.н., доцент:

\_\_\_\_\_ В.В. Волохін

Консультант

з економічної частини, к.е.н., доцент:

\_\_\_\_\_ О.М. Маченко

Нормоконтроль:

\_\_\_\_\_ М.А. Никифоров

## РЕФЕРАТ

с. 65, рис. 12, табл. 25, джерел 12, 4 креслень.

**Бібліографічний опис :** Заїка В.С. Модернізація електричної частини високовольтної підстанції [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка /В.С. Заїка; наук. керівник В.В. Волохін – Суми: СумДУ, 2020. – 65с.

**Ключові слова:** відкритий розподільний пристрій, електроспоживачі, електричні мережі, електропостачання, електроосвітлення, струми короткого замикання, обмежувач перенапруг;

открытое распределительное устройство, электропотребители, электрические сети, электроснабжения, электроосвещения, токи короткого замыкания, ограничитель перенапряжений;

open switchgear, electric consumers, electric networks, power supply, electric lighting, short-circuit currents, surge suppressor.

**Короткий огляд:** Наведено приклад модернізації підстанції, виконано визначення електричних навантажень, параметрів і характеристик електричного обладнання. Виконано розрахунок потужності силових трансформаторів, уставок і вимикаючої здібності апаратів захисту.

В результаті виконання даного дипломного проекту були розроблені заходи щодо модернізації підстанції №359 10/0,4 кВ, а саме замінено силові трансформатори, роз'єднувачі високої напруги та елементи захисту трансформаторів і ліній.

Також перевірено параметри напруги споживачів на відповідність її нормам ПУЕ. Розраховано грозозахист території підстанції.

Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра електроенергетики

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри електроенергетики

\_\_\_\_\_ І.Л. Лебединський

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську роботу**

Заїки Валерія Сергійовича

1. Тема роботи: «Модернізація електричної частини високовольтної підстанції»

Затверджено наказом по університету № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: \_\_\_\_\_ р.

3. Вихідні дані до роботи: Вихідними даними до дипломного проекту є системи електропостачання 10/0.4 кВ; план розташування електричного обладнання; добові графіки навантаження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити):

- Вступ.
- Розрахункова частина.
- Науково-дослідна частина.
- Охорона праці.
- Економічна частина.
- Висновки.
- Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним позначенням обов'язкових креслень)

- Схема електричних з'єднань підстанції 359/1;
- Схема електричних з'єднань підстанції 359/2;
- Модернізована схема електричних з'єднань підстанції 359/1;
- Модернізована схема електричних з'єднань підстанції 359/2;

6. Консультант

Розділ	Керівник	Завдання видав	Завдання прийняв
Розрахунок економічної частини	Маценко О.М.		

Консультанти проекту:

\_\_\_\_\_ О.В Маценко  
(підпис)

7. Дата видачі завдання 25.09.2020

Керівник проекту:

\_\_\_\_\_ В.В. Волохін  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання:

\_\_\_\_\_ В.С. Заїка  
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розрахункова частина	01.10.20 по 20.10.20	
2.	Науково-дослідна частина	21.10.20 по 31.10.20	
3.	Економічна частина	01.11.20 по 15.11.20	
4.	Охорона праці	16.11.20 по 07.12.20	

Студент-дипломник

\_\_\_\_\_ В.С. Заїка  
(підпис)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_ В.В. Волохін  
(підпис)

## Перелік умовних скорочень

ТП – трансформаторна підстанція

ПЛ – повітряна лінія

ЛЕП – лінія електропередачі

ЕН – енергосистема

КЗ – коротке замикання

ЗП – заземлюючий пристрій

ТР – трансформатор

РПН – регулювання під навантаженням

АВР – автоматичне вмикання резерву

ТС – трансформатор струму

РП – розподільчий пристрій

ЕБ – електробезпека

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИ.....	9
1.1 ПЕРЕВІРКА СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ .....	9
1.2 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ.....	13
1.3 ПЕРЕВІРКА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЗАХИСНИХ АПАРАТІВ РУ ТА СТРУМОВЕДУЧИХ ЧАСТИН ПІДСТАНЦІЇ .....	15
1.4 ВИБІР СТРУМОПРОВІДНИХ ЧАСТИН РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ РП.....	18
1.5 ВИБІР ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ ТА НАПРУГИ.....	21
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	27
3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	33
3.1 ГРОЗОЗАХИСТ ПІДСТАНЦІЇ .....	37
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	48
4.1 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ.....	48
4.2 ОКУПНІСТЬ СВІТИЛЬНИКІВ ЕВРОСВЕТ ST-50-07 IP65.....	49
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	52
ДОДАТКИ.....	53

					<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>			
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст	<i>Арк</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Заїка В.С.</i>				6	65	
<i>Перевірів.</i>		<i>Волохін В.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров М. А</i>				<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Лебединський І Л</i>						

## ВСТУП

На сьогодні енергосистема України значно застаріла та потребує модернізації. Більшість конструкцій підстанцій не відповідають нормам ПУЕ, а також мають великі втрати, тому що моменту будівництва не відновлювали своє обладнання.

Метою проекту є реконструкція застарілої ТП 10/0.4 №359 м. Суми в зв'язку зі зносом обладнання, це необхідно для забезпечення нормального живлення споживачів підстанції, підвищення надійності електропостачання, економічності передачі електроенергії споживачам, забезпечити резервування і захист елементів електричної мережі.

Завданням даного дипломного проекту є модернізація електричної підстанції №359 та визначення її надійної роботи. Необхідно розробити нову схему електричної частини підстанції з урахуванням всіх правил, норм і стандартів ПУЕ. Виконати заміну ненадійних та застарілих елементів підстанції.

У ході роботи потрібно: перевірити роботу силових трансформаторів, елементів захисту підстанції, відповідність напруги споживачів; вибрати елементи захисту; розрахувати грозозахист території підстанції.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>			
Розробив		Заїка В.С.			Вступ	Арк	Аркуш	Аркушів
Перевірів.		Волохін В.В.					7	65
Реценз.						СумДУ ЕТ.м-91		
Н. Контр.		Никифоров М. А						
Затверд.		Лебединський І Л						

# 1 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

На сьогодні енергосистема України значно застаріла та потребує модернізації. Більшість підстанцій з моменту будівництва не відновлювали своє обладнання тому мають великі втрати. Цю ситуацію необхідно негайно виправляти, тому що споживачі повинні бути забезпечені безперебійним електропостачанням, а стан ЕН не дозволяє якісно забезпечити таку роботу.

На прикладі ТП 359 представленої на двох схемах, в додатку А, перевіriamo відповідність її характеристик усіх елементів захисту, згідно реального графіка навантаження. Необхідно замінити елементи підстанції, які не забезпечують її надійну роботу.

## 1.1 ПЕРЕВІРКА СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Оскільки трансформаторна підстанція має можливість перемикання на шинах низької сторони то і потужність потрібно враховувати при аварійній роботі тобто ТР повинен витримати навантаження двох шин.

**Перевіряємо трансформатори №1 та №2.** Дані для розрахунків з урахуванням еквівалентної температури  $t_{\text{екв}} = 0^{\circ}\text{C}$  та навантаження протягом доби, наведені в таблиці (табл.1).

Табл.1 – Навантаження споживачів протягом доби

Годин и	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$S_{\text{нав}}, \%$	70	65	60	80	12 5	13 0	14 5	14 5	13 5	13 5	10 5	80
$S_{\text{нав}},$ кВА	43 0	41 0	37 0	51 0	79 7	80 0	89 7	91 3	86 3	85 6	66 2	51 0

					<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>			
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Зайка В.С.</i>				<b>Розрахункова частина</b>	<i>Арк</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів.</i>	<i>Волохін В.В.</i>						8	65
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров М. А</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Лебединський ІЛ</i>							



За даними (табл.1) побудуємо графік навантаження підстанції при  $t_{\text{екв}} = 0^\circ\text{C}$ .

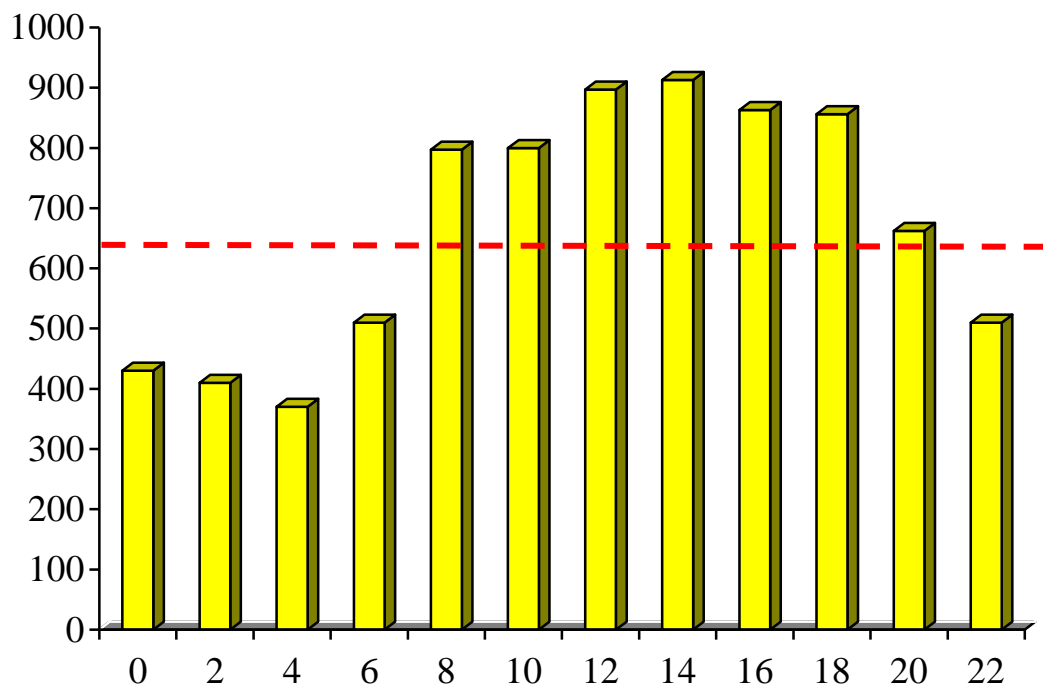


Рис.1 Графік добового навантаження першої частини підстанції

Для перевірки трансформаторів та відповідність їх характеристик необхідно реальний графік навантаження перетворити в двоступінчастий.

Початкове еквівалентне навантаження графіка протягом доби:

$$K_1 = \frac{1}{S_{\text{НОМ}}} \cdot \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot t_1 + S_2^2 \cdot t_2 + \dots + S_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (1.1)$$

$$K_1 = \frac{1}{630} \times \sqrt{\frac{430^2 \times 2 + 410^2 \times 2 + 370^2 \times 2 + 510^2 \times 4}{10}}$$

$$K_1 = 0.713$$

де  $S_1, S_2, \dots, S_n$  – власне навантаження ТР першого, другого,  $n$ -го ступеня графіка навантажень, розміщеного нижче лінії номінальної потужності ТР;

$t_1, t_2, \dots, t_n$  – час тривалості ступеня.

Аналогічно за формулою (1.1) визначаємо другий ступінь ТР згідно графіка навантаження, але при цьому беруться ступені, розміщені вище номінальної потужності:

$$\text{ТР: } K_2 = \frac{1}{630} \times \sqrt{\frac{797^2 \times 2 + 800^2 \times 2 + 897^2 \times 2 + 913^2 \times 2 + 856^2 \times 2 + 662^2 \times 2 + 863^2 \times 2}{14}}$$

$$K_2 = 1.360$$

Звідси максимальне перевантаження

$$\text{ТР: } K_{MAX} = \frac{S_{MAX}}{S_{НОМ.ТР}} = \frac{913}{630} = 1.458 \quad (1.2)$$

де  $S_{MAX}$  – максимальне навантаження ТР за графіком добового навантаження.

$$\text{Оскільки } K_2' < 0.9K_{MAX} = 0.9 \times 1.458 = 1.312 \text{ то } K_2 \text{ беремо } K_2 = 1.312$$

Максимальна тривалість систематичних навантажень складає 10 годин, де:

$$h = \frac{K_2'^2 \times 14}{0.9K_{MAX}^2} = \frac{1.360^2 \times 10}{1.312^2} = 10.745 \approx 11 \text{ годин} \quad (1.3)$$

За ГОСТ-м 14209-85 з урахуванням еквівалентної температури і часу перевантаження ТР  $h = 11$  годин, знаходимо значення допустимого перевантаження  $K_{2ГОСТ}$ . Порівнюємо отримані значення перевантажень ТР

$K_2 = 1.312$  і  $K_{2ГОСТ} = 1.5$ . Значення  $K_{2ГОСТ}$  більше, ніж  $K_2$ , значить трансформатор не перенавантажений.

**Перевіряємо трансформатори №3 та №4.** Дані для розрахунків з урахуванням еквівалентної температури  $t_{екв} = 0^\circ\text{C}$  та навантаження протягом доби, наведені в таблиці (табл.2).

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							10
Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата			

Табл.2 – Навантаження споживачів протягом доби

Годин и	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$S_{\text{нав}}, \%$	60	70	75	95	110	95	95	115	120	135	125	95
$S_{\text{нав}},$ кВА	475	558	585	610	697	600	597	713	763	856	762	610

За даними (табл.2) побудуємо графік навантаження підстанції при  $t_{\text{екв}} = 0^\circ\text{C}$

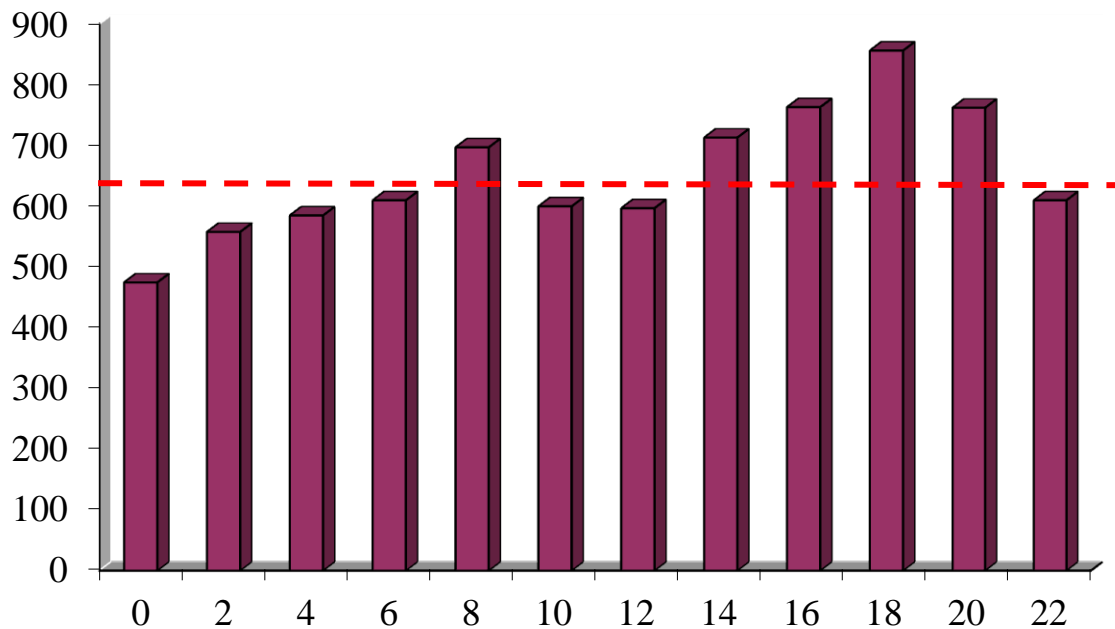


Рис.2 Графік добового навантаження другої частини підстанції

Для перевірки трансформаторів та відповідність їх характеристик необхідно реальний графік навантаження перетворити в двоступінчастий.

За формуло (1.1) перевіряємо початкове еквівалентне навантаження графіка протягом доби:

$$K_1 = \frac{1}{630} \times \sqrt{\frac{475^2 \times 2 + 558^2 \times 2 + 585^2 \times 2 + 610^2 \times 4 + 600^2 \times 2 + 597^2 \times 2}{14}}$$

$$K_1 = 0.886$$

де  $S_1, S_2, \dots, S_n$  – власне навантаження ТР першого, другого,  $n$ -го ступеня графіка навантажень, розміщеного нижче лінії номінальної потужності ТР;

$t_1, t_2, \dots, t_n$  – час тривалості ступеня.

Аналогічно за формулою (1.1) визначаємо другий ступінь ТР згідно графіка навантаження, але при цьому беруться ступені, розміщені вище номінальної потужності:

$$\text{ТР: } K_2 = \frac{1}{630} \times \sqrt{\frac{697^2 \times 2 + 713^2 \times 2 + 763^2 \times 2 + 856^2 \times 2 + 762^2 \times 2}{10}}$$

$$K_2 = 1.206$$

З формули (1.2) маємо максимальне перевантаження

$$\text{ТР: } K_{MAX} = \frac{856}{630} = 1.358$$

де  $S_{MAX}$  – максимальне навантаження ТР за графіком добового навантаження.

Оскільки  $K_2' < 0.9K_{MAX} = 0.9 \times 1.358 = 1.222$  то  $K_2$  беремо  $K_2 = 1.222$

За формулою (1.3) розраховуємо максимальну тривалість систематичних навантажень.

$$h = \frac{1.206^2 \times 10}{1.222^2} = 9.739 \approx 10 \text{ годин}$$

За ГОСТ-м 14209-85 з урахуванням еквівалентної температури і часу перевантаження ТР  $h = 10$  годин, знаходимо значення допустимого перевантаження  $K_{2ГОСТ}$ . Порівнюємо отримані значення перевантажень ТР

$K_2 = 1.222$  і  $K_{2ГОСТ} = 1.5$ . Значення  $K_{2ГОСТ}$  більше, ніж  $K_2$ , значить трансформатор не перенавантажений.

Перевіривши потужність силових трансформаторів можемо зробити висновки, що вони не перенавантажені, але велика розбіжність добового споживання електроенергії. Для усунення такого дефекту необхідно встановити трансформатори типу ТМН-630/10, вони мають РПН що дозволить урівноважити напругу мережі.

## 1.2 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Характеристики обраного трансформатора заносимо в (табл. 3)

Табл. 3 Вихідні дані ТР

Тип трансформатора	Потужність $S_{ТР}$ , кВА	$X_T$ , Ом	$X_{L1}$ , Ом	$X_{L2}$ , Ом	$X_C$ , Ом	$t$ , °C
ТМ 630/10/0.4	630	1	0.15	0.28	0.05	0

Значення струмів короткого замикання необхідні для правильної перевірки устаткування на стороні 10 кВ та 0.4 кВ. Підстанція отримує живлення за двома прохідними лініями: схема заміщення для розрахунку струмів короткого замикання наведена на (рис. 3).

Розрахунок струмів коротких замикань виконуємо в іменованій системі одиниць. Потужність короткого замикання на шинах високої сторони (10 кВ) складає  $S_{КЗ.С} = 3100$  кВА

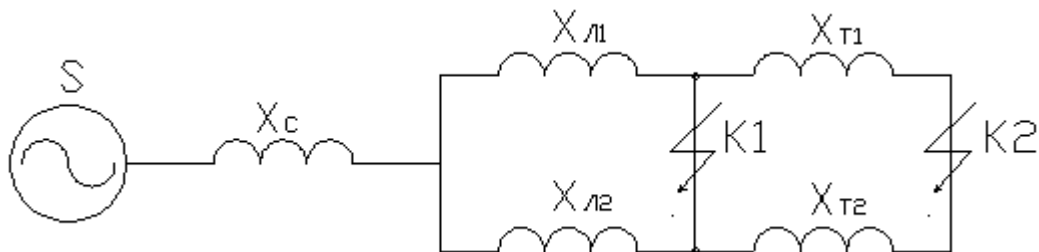


Рис. 3.Схема заміщення підстанції

Періодична складова струму КЗ у точці  $K_1$  складає:

$$I_{K1} = \frac{U_L}{\sqrt{3} \cdot \left( X_C + \frac{X_{L1} \cdot X_{L2}}{X_{L1} + X_{L2}} \right)} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \left( 0.05 + \frac{0.15 \cdot 0.28}{0.15 + 0.28} \right)} = 39.096 \text{ кА} \quad (1.4)$$

Періодична складова струму КЗ у точці  $K_2$  приведена до напруги високої сторони (10кВ):

$$I_{K2}^B = \frac{U_L}{\sqrt{3} \cdot \left( X_C + \frac{X_{L1} \cdot X_{L2} + X_T}{X_{L1} + X_{L2} + \frac{X_T}{2}} \right)} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \left( 0.05 + \frac{0.15 \cdot 0.28 + 1}{0.15 + 0.28 + \frac{1}{2}} \right)} \quad (1.5)$$

$$I_{K2}^B = 23.310 \text{ кА}$$

При короткому замиканні у точці К<sub>2</sub> струм становитиме:

$$I_{K2} = I_{K2}^B \cdot \frac{10}{10} = 23.310 \cdot 1 = 23.310 \text{ кА} \quad (1.6)$$

Ударний струм:

$$\text{КЗ } I_{yД} = \sqrt{2} \cdot 1.61 \cdot I_K \quad (1.7)$$

$$\text{у точці К1} \text{ — } I_{yД1} = \sqrt{2} \cdot 1.61 \cdot I_{K1} = \sqrt{2} \cdot 1.61 \cdot 39.096 = 89.017 \text{ кА}$$

$$\text{у точці К2} \text{ — } I_{yД1} = \sqrt{2} \cdot 1.61 \cdot I_{K2} = \sqrt{2} \cdot 1.61 \cdot 23.310 = 53.074 \text{ кА}$$

Допустимо, що амплітуда ЕДС і періодична складова струму КЗ незмінні за часом, який дорівнює часу відключення автоматики, тоді:

$$I_{нт1} = I_{K1} = 39.096 \text{ кА}$$

$$I_{нт2} = I_{K2} = 23.310 \text{ кА}$$

Аперіодична складова струму короткого замикання до моменту розбіжності контактів вимикача, становить:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{Kn} \cdot e^{-\frac{t}{T_a}} \quad (1.8)$$

де  $T_a$  – постійна часу загасання аперіодичної складової КЗ

Табл. 4 Постійна часу загасання аперіодичної складової КЗ

Точка КЗ	$T_a, \text{ с}$	$t, \text{ с}$
К1	0.025	0.06
К2	0.05	0.1

Аперіодична складова струму короткого замикання до моменту розбіжності контактів аварійного вимикача, за формулою (1.8), становить:

$$\text{для К1} \text{ — } i_a = \sqrt{2} \cdot I_{K1} \cdot e^{-\frac{t}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 89.017 \cdot e^{-\frac{0.06}{0.025}} = 11.572 \text{ кА}$$

$$\text{для К2} \text{ — } i_a = \sqrt{2} \cdot I_{K2} \cdot e^{-\frac{t}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 53.074 \cdot e^{-\frac{0.1}{0.05}} = 10.19 \text{ кА}$$

$$\text{Інтеграл Джоуля } I_{Ka}^2 \cdot (t + T_a): \quad (1.9)$$

$$\text{для К1} \text{ — } B_R = 89.017^2 \cdot (0.06 + 0.025) = 673.542 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$\text{для К2} \text{ — } B_R = 53.074^2 \cdot (0.1 + 0.05) = 422.52 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Таблиця 7. Значення струмів короткого замикання

Струми КЗ	Струм КЗ у початковий момент часу, кА	Ударний струм КЗ $i_{уд}$ , кА	Струм КЗ у момент розмикання контактів вимикача, кА	Аперіодична складова струму КЗ, $i_a$ , кА	Інтеграл Джоуля $B_R$ , кА <sup>2</sup> · с
Шини 10 кВ ( $K_1$ )	39.096	89.017	39.096	11.572	673.542
Шини 0.4 кВ ( $K_2$ )	23.310	53.074	23.310	10.19	276.227

### 1.3 ПЕРЕВІРКА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЗАХИСНИХ АПАРАТІВ РУ ТА СТРУМОВЕДУЧИХ ЧАСТИН ПІДСТАНЦІЇ

Перевірку високовольтних електричних апаратів необхідно робити за умови їхнього тривалого режиму роботи та умовами коротких замикань.

Вибору підлягають:

- вимикачі на боці високої напруги;
- ввідні вимикачі на боці низької напруги (0.4 кВ);
- секційні вимикачі на боці низької напруги (0.4 кВ);
- вимикач ліній, що відходять, напругою (0.4 кВ);
- роз'єднувачі вищої напруги;
- трансформатори струму і напруги 10 кВ і 0.4 кВ кВ;
- шини розподільних пристроїв 10 кВ і 0.4 кВ кВ.

Для перевірки захисних апаратів і струмоведучих частин підстанції необхідно визначити струми нормального і після аварійного режимів роботи.

Для підстанції 359/1 максимальний струм на стороні 10 кВ:

$$I_{max}^{ВН} = \frac{1.4 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{ВН}} = \frac{1.4 \cdot 913}{\sqrt{3} \cdot 10} = 73.796 \text{ кА} \quad (1.10)$$

Струм у колі ввідних захисних вимикачів на боці 0.4 кВ:

$$I_{max}^{НН} = \frac{1.4 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{НН}} = \frac{1.4 \cdot 913}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 1844.922 \text{ А} \quad (1.11)$$

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							15
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

Для підстанції 359/2 максимальний струм на стороні 10 кВ:

За формулою (1.10):

$$I_{max}^{ВН} = \frac{1.4 \cdot 856}{\sqrt{3} \cdot 10} = 69.189 \text{ А}$$

Струм у колі ввідних захисних вимикачів на боці 0.4 кВ:

За формулою (1.11):

$$I_{max}^{НН} = \frac{1.4 \cdot 856}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 1729.741 \text{ А}$$

Струм у колі секційного захисного вимикача :  $I_{max}^{СВ} = \frac{0.7 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{НН}}$  (1.12)

Для підстанції 359/1 розраховуємо струм секційного вимикача трансформаторів №1 та №. з формули (1.12) маємо:

$$I_{max}^{СВ} = \frac{0.7 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{НН}} = \frac{0.7 \cdot 913}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 922.461 \text{ А}$$

де:  $S_{max}$  – максимальне навантаження шини низької сторони

Струм у колі лінії 0.4 кВ  $I_{max}^{ПЛ} = \frac{1.4 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{НН} \cdot n}$  (1.13)

$$I_{max}^{ПЛ} = \frac{1.4 \cdot 913}{\sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot 4} = 230.615 \text{ А}$$

де:  $n$  – кількість ліній, що відходять від підстанції.

Для підстанції 359/2 розраховуємо струм секційного вимикача трансформаторів №1 та №. з формули (1.12) маємо:

$$I_{max}^{СВ} = \frac{0.7 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{НН}} = \frac{0.7 \cdot 856}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 864.87 \text{ А}$$

де:  $S_{max}$  – максимальне навантаження шини низької сторони

Струм у колі лінії 0.4 кВ  $I_{max}^{ПЛ} = \frac{1.4 \cdot S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{НН} \cdot n}$  (1.14)

$$I_{max}^{ПЛ} = \frac{1.4 \cdot 913}{\sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot 4} = 216.217 \text{ А}$$

Характеристики 2х частин підстанції ТП 359/1 та ТП 359/2 схожі тому і устаткування підстанцій, для камфорного обслуговування, підбираємо однакове.

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							16
Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата			



**Вимикачі на боці високої напруги.** На ТП встановлені запобіжники типу ПК 6/50. Ці елементи захисту відповідають розрахунковим значенням але застарілі тому згідно (табл. 8) обираємо вакуумний вимикач VАН 6/10-63-80-27(2).

Таблиця 8. Вимикач у колі трансформатора на боці 10 кВ

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_C \leq U_H$	10 кВ	10 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	73.796 А	100 А
$I_{ПО} \leq I_{нрСКВ}$	39.096кА	63 кА
$I_{y0} \leq I_{СКВ}$	89.017 кА	164 кА
$I_{нт} \leq I_{ОткНом}$	39.096кА	63 кА
$I_{ат} \leq I_{аном}$	11.572 кА	—
$B_K \leq I_T^2 t_r$	673.542 кА <sup>2</sup> ·с	11907 кА <sup>2</sup> ·с

**Секційний вимикач на боці низької напруги.** Секційний вимикач не виконує функцій захисту тому його необхідно замінити, згідно (табл. 9) обираємо вимикач типу VA – SESHV – LVA.

Таблиця 9. Секційний вимикач на боці 0.4 кВ

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.4 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	922.461 А	1150 А
$I_{ПО} \leq I_{нрСКВ}$	42.913 кА	50 кА
$i_y \leq I_{нрСКВ}$	97.71 кА	130 кА
$I_{нт} \leq I_{ОткНом}$	42.913 кА	50 кА
$I_{ат} \leq I_{аном}$	8.213 кА	—
$B_K \leq I_T^2 t_r$	276.227 кА <sup>2</sup> ·с	7500 кА <sup>2</sup> ·с

**Ввідні вимикачі на боці низької напруги.** Ввідний вимикач не виконує функцій захисту тому його необхідно замінити, згідно (табл. 10) обираємо вимикач типу VA – SESHV – TD.

Таблиця 10. Ввідні вимикачі на боці низької напруги 0.4 кВ

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_c \leq U_H$	0.4 кВ	0.4 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	1844.922 А	2250 А
$I_{по} \leq I_{прСКВ}$	42.913 кА	50 кА
$i_y \leq I_{прСКВ}$	97.71 кА	130 кА
$I_{нт} \leq I_{омкНом}$	42.913 кА	50 кА
$I_{ат} \leq I_{аном}$	8.213 кА	—
$B_K \leq I_T^2 t_r$	276.227 кА <sup>2</sup> ·с	7500 кА <sup>2</sup> ·с

**Вимикачі ліній, що відходять, напругою 0.4 кВ.** Захист ліній виконується за допомогою 2-х елементів, а саме запобіжників та роз'єднувачів їх змінюємо на вимикачі VA88 – 37 UEK (400А) та VA88 – 35 UEK (250А). Табличні значення не потрібні для вибору.

**Роз'єднувачі вищої напруги.** Роз'єднувач ВНПз – 17 задовольняє своїми характеристиками тому ми його залишаєм. Роз'єднувач ВНП – 10 не має заземлення тому його необхідно замінити, для ремонтпридатності підстанції замінимо роз'єднувачем ВНПз – 17. Роз'єднувачі ВН – 10 та ВН – 16 змінюємо на аналоги ВНз – 10 та ВНз – 16 відповідно. Секційний роз'єднувач РВ 400 також не має заземлення тому змінюємо його на аналог РВз 400.

## 1.4 ВИБІР СТРУМОПРОВІДНИХ ЧАСТИН РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИБОРІВ РП

В РП 10 кВ застосовуюся жорсткі шини, вибираються вони за умовами:

Вибір перерізу шини по нагріву:  $I_{роб.нб} \leq I_{доп}$

де  $I_{роб.нб}$  – найбільший робочий струм шини;

$I_{доп}$  – допустимий струм шин вибраного перерізу.

$$I_{доп} = I_{доп.ном} \sqrt{\frac{\nu_{доп} - \nu_{о.ф}}{\nu_{доп} - \nu_{о.н}}} \quad (1.15)$$

$$I_{роб.нб} = 73.796 \text{ А}$$

Обираємо мідні шини коробчастого типу  $q = 2 \times 1370 \text{ мм}^2$ . Струм допустимий для цих шин  $I_{доп.ном} = 100 \text{ А}$ . Розрахуємо  $I_{доп}$ , при еквівалентній температурі навколишнього середовища  $t_{екв} = 0^\circ\text{С}$ :

$$I_{доп} = I_{доп.ном} \sqrt{\frac{\nu_{доп} - \nu_{о.ф}}{\nu_{доп} - \nu_{о.н}}} = 100 \sqrt{\frac{70-0}{70-25}} = 124.721 \text{ А} \quad (1.16)$$

$I_{роб.нб} \leq I_{доп}$  – нерівність виконується.

Перевірка шин на термічну стійкість при КЗ

$$q_{min} \leq q$$

$$q_{min} = \frac{\sqrt{BK}}{c} = \frac{\sqrt{276.227}}{170 \cdot 10^{-3}} = 97.76 \text{ мм}^2 \quad (1.17)$$

$$97.76 \leq 2 \times 1370$$

Перевірка шин на електродинамічну стійкість.

При проектуванні нових конструкцій РП з жорсткими шинами необхідно знаходити частоту власних коливань для мідних шин:

$$f_0 = \frac{125.2}{l^2} \sqrt{\frac{J}{q}} \quad (1.18)$$

де  $l$  – довжина прольоту між ізоляторами, м;

$J$  – момент інерції поперечного перерізу шини,  $\text{см}^4$ .

$$f_0 = \frac{125.2}{l^2} \sqrt{\frac{J}{q}} = \frac{125.2}{1.7^2} \sqrt{\frac{625}{2 \times 13.7}} = 206.6 \text{ Гц}$$

При перевірці можна робити висновок, що механічного резонансу на шинах не виникне.

Механічний розрахунок шин.

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							19
Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата			

$$\text{Шини механічно міцні, якщо } \sigma_{\text{розр}} = \sigma_{\phi} + \sigma_c \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (1.19)$$

Напруга від взаємодії фаз між собою:

$$\sigma_{\phi} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \frac{i_{\text{уд}}^2 \cdot l^2}{W_{\phi} \cdot a} \quad (1.20)$$

де  $a$  – відстань між шинами, м;

Обираємо зрощені шини та розраховуємо для них параметри

$W_{\phi}$  – момент опору перерізу для двох зрощених шин

$$W_{\phi} = W_{y_0-y_0} = 100 \text{ см}^3 \quad (1.21)$$

$$\sigma_{\phi} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \frac{(97.71 \cdot 10^3)^2 \cdot 2^2}{100 \cdot 0.8} = 8.27 \text{ МПа, за формулою (1.20)}$$

$$\text{Сила взаємодії між несущими швелерами: } f_c = 0.5 \cdot \frac{i_{\text{уд}}^2}{h} \cdot 10^{-7} \quad (1.22)$$

де  $h$  – відстань між осями провідників, м.

$$f_c = 0.5 \cdot \frac{97.71^2 \cdot 10^6}{0.125} \cdot 10^{-7} = 3818.9 \frac{\text{Н}}{\text{м}}, \text{ за формулою (1.22)}$$

Напруга в матеріалі шини від дії сил:

$$\sigma_c = \frac{f_c \cdot l_{\Pi}^2}{12 \cdot W_c} \quad (1.23)$$

де  $W_c = W_{y-y} = 9.5 \text{ см}^3$ ;

$l_{\Pi}$  – відстань між місцями зварювання несущих швелерів, м;  $l_{\Pi} \leq l_{\Pi.\text{max}}$

$$l_{\Pi.\text{max}} = \sqrt{\frac{12 \cdot (\sigma_{\text{доп}} - \sigma_{\phi}) \cdot W_c}{f_c}} \quad (1.24)$$

де  $\sigma_{\text{доп}}$  – припустима механічна напруга в матеріалі шини

$$l_{\Pi.\text{max}} = \sqrt{\frac{12 \cdot (172 - 8.27) \cdot 9.5}{3818.5}} = 2.21 \text{ м, за формулою (1.24)}$$

$$\sigma_c = \frac{3818.5 \cdot 2^2}{12 \cdot 9.5} = 133.98 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{розр}} = 133.98 + 8.27 = 142.25 \text{ МПа} \leq \sigma_{\text{доп}} = 172 \text{ МПа}$$

Розрахунки показали, що умова механічної жорсткості шин, коробчастого типу, виконується.

## 1.5 ВИБІР ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ ТА НАПРУГИ

У ланцюзі силового трансформатора з боку нижчої напруги (0.4кВ) встановлюється амперметр, вольтметр, ватметр, лічильники активної і реактивної енергії, на шинах (10 кВ) – вольтметр із перемикачем для виміру фазної напруги, на секційному вимикачі з боку (0.4кВ) - амперметр, на лініях, що відходять, (0.4кВ) - амперметр, лічильники активної і реактивної енергій. Розрахунок вторинного навантаження трансформатора струму наведений у (табл. 11).

Таблиця 11 - Навантаження трансформаторів струму

Прилад	Тип	Клас	Навантаження по фазах		
			A	B	C
Амперметр	Э-335	1	0,5	0,5	0,5
Ватметр	Д350	1,5	0,5	-	0,5
Вольтметр	Д345	1,5	0,5	-	0,5
Лічильник активної енергії	СА3	1	2,5	-	2,5
Лічильник реактивної енергії	СР-4	1,5	2,5	-	2,5
Сумарне навантаження струму в колі силового ТР з боку НН			6,5	0,5	6,5
Сумарне навантаження струму в колі секц. вимикач на НН			0,5	0,5	0,5

Продовження таблиці 11

Сумарне навантаження струму в колі силового ТР на боці ВН			0,5	0,5	0,5
Сумарне навантаження струму в колі відхідної лінії			0,5	0,5	0,5

Вибираємо трансформатор струму в колі силового трансформатора на боці вищої напруги ТФЗМ 10-У1. Заносимо його каталожні дані до (табл. 12)

Таблиця 12. Дані трансформатора струму ТФЗМ 10-У1

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_c \leq U_H$	10 кВ	0 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	39.096 А	50 А
$i_y \leq I_{прСКВ}$	89.017кА	90 кА
$B_K \leq I_T^2 t_r$	673.542	700кА <sup>2</sup> с
$Z_H \leq Z_{H.ном}$	0,82 Ом	1,25 Ом

Для перевірки за вторинним навантаженням ТР визначаємо опір приладів

$$Z_{прил} = \frac{S_{прил}}{I^2} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом} . \quad (1.25)$$

Також потрібно розрахувати опір сполучних проводів, він повинен бути не більше ніж розрахований за формулою:

$$Z_{пр} = Z_{ном} - Z_{прил} - Z_K , \quad (1.26)$$

де:  $Z_{н.ю.м}$  - номінальний опір навантаження, (Ом);

$Z_{прил}$  - опір приладів, (Ом);

$Z_K$  - опір контактів, (Ом).

$$Z_{np} = 1,25 - 0,02 - 0,1 = 1,13 \text{ Ом} .$$

Перетин сполучних проводів за умовами механічної міцності повинний бути не менший ніж  $2,5 \text{ мм}^2$  для мідних жил.

Перетин жил при довжині кабелю  $l = 100 \text{ м}$

$$Z_{np} = \rho \frac{l}{F}, \tag{1.27}$$

де:  $\rho$  - питомий опір міді,  $0,0175, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}}{\text{м}}$  ,

$F$  - перетин жил,  $\text{мм}^2$  ,

$$Z_{np} = \frac{0,0175 \cdot 100}{2,5} = 0,7 \text{ Ом} .$$

Загальний опір струмового кола для трансформатора:

$$Z_H = Z_{прил} + Z_K + Z_{np} = 0,02 + 0,1 + 0,7 = 0,82 \text{ Ом} , \tag{1.28}$$

Що є менше ніж  $1,25$  (Ом), допустимих при роботі трансформатора з класом точності  $0,5$ .

Вибір трансформатора струму у колі силового трансформатора на боці низької напруги ( $0,4 \text{ кВ}$ ). Вибираємо трансформатор ТШВ15. Заносимо його каталожні дані в (табл. 13).

Таблиця 13. Дані трансформатора струму ТШВ15

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_C \leq U_H$	0,4 кВ	0,4 кВ
$I_{расч} \leq I_{н.ю.м}$	23.310А	60 А
$i_y \leq i_{дин}$	53.074 кА	-
$B_K \leq I_T^2 t_r$	276.227кА <sup>2</sup> ·с	-
$Z_H \leq Z_{H.н.ю.м}$	0,403Ом	1,25 Ом

Виконуємо перевірку на термічну стійкість при  $K_{мер} = 20$

$$(I_{ном} K_{мер})^2 t_T \geq B_k ; (6000 \cdot 20)^2 \cdot 3 = 43200 > 225,781 \quad (1.29)$$

Як бачимо з розрахунків за термічною стійкістю вибраний ТС підходить умові.

Для перевірки за вторинним навантаженням необхідно визначаємо опір приладів:  $Z_{прил} = \frac{S_{прил}}{I^2} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом}.$  (1.30)

Тоді опір сполучних проводів повинен бути не більше ніж розрахований за формулою (1.26):  $Z_{пр} = Z_{ном} - Z_{прил} - Z_K,$

де:  $Z_{ном}$  - номінальний опір навантаження, (Ом);

$Z_{прил}$  - опір приладів, (Ом);

$Z_K$  - опір контактів, (Ом).

$$Z_{пр} = 1,25 - 0,02 - 0,1 = 1,13 \text{ Ом}.$$

Перетин сполучних проводів за умовами механічної міцності повинний бути не менший ніж  $4 \text{ мм}^2$ , а саме для алюмінієвих жил.

Перетин жил при довжині кабелю  $l = 40 \text{ м}$

$$Z_{пр} = \rho \frac{l}{F}, \quad (1.31)$$

де:  $\rho$  - питомий опір алюмінієвого кабелю,

$$0,0283, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}}{\text{м}},$$

$$F - \text{перетин жил, } \text{мм}^2, \quad Z_{пр} = \frac{0,0283 \cdot 40}{4} = 0,283 \text{ Ом}.$$

Загальний опір струмового кола з формули (1.26) маємо:

$Z_H = Z_{прил} + Z_K + Z_{пр} = 0,02 + 0,1 + 0,283 = 0,403 \text{ Ом}$ , що менше ніж 1,2 (Ом), допустимих при роботі ТР в класі з точності 0,5. Цей трансформатор струму повністю відповідає умовам вибору.

Вибираємо трансформатор ТЛМ 0.4-У3. Заносимо його дані в (табл. 13)

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							24
Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата			



Таблиця 13 – Дані ТР ТЛМ 0.4-УЗ.

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.4 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	23.310А	60 А
$i_y \leq i_{дин}$	53.074 кА	100 кА
$B_K \leq I_T^2 t_r$	276.227кА <sup>2</sup> ·с	2028кА <sup>2</sup> ·с
$Z_H \leq Z_{H.ном}$	0,403	1,25

Для перевірки при вторинному навантаженні визначаємо опір приладів

$$Z_{прил} = \frac{S_{прил}}{I^2} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом}. \quad (1.32)$$

Тоді опір сполучних проводів може бути не більше ніж розрахований за формулою (1.21):

$$Z_{np} = Z_{ном} - Z_{прил} - Z_K,$$

де:  $Z_{ном}$  - номінальний опір навантаження, (Ом);

$Z_{прил}$  - опір приладів, (Ом);

$Z_K$  - опір контактів, (Ом).

$$Z_{np} = 1,25 - 0,02 - 0,1 = 1,13 \text{ Ом}.$$

Перетин сполучних проводів за умовами механічної міцності повинний бути не менше ніж  $4 \text{ мм}^2$  для жил з алюмінію.

Перетин жил при довжині кабелю  $l = 40 \text{ м}$

$$Z_{np} = \rho \frac{l}{F}, \quad (1.33)$$

де:  $\rho$  - питомий опір алюмінію,  $0,0283, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}}{\text{м}}$ ,

$F$  - перетин жил,  $\text{мм}^2$ ,

$$Z_{np} = \frac{0,0283 \cdot 40}{4} = 0,283 \text{ Ом}.$$

Загальний опір струмового кола

$$Z_H = Z_{\text{прил}} + Z_K + Z_{\text{пр}} = 0,02 + 0,1 + 0,283 = 0,403 \text{ Ом},$$

Що менше ніж 1,25Ом, припустимих при роботі трансформатора в класі точності 0,5. Цей трансформатор струму відповідає умовам нашого вибору.

Обираємо трансформатори напруги за заданими значеннями напруги та за його потужністю.

На боці високої напруги (10 кВ) обираємо трансформатори НКФ-10-58У1, використовуючи дані із таблиці наведеної у довідниках з паспортів трансформаторів.

Таблиця 14. Трансформатори напруги НКФ-10-58

Тип	Номинальна напруга обмоток			Номинальна потужність, В·А, в клас точності				Максимальна потужність, В·А
	Первинної, кВ	Основної вторинної, В	Додаткової, В	0,2	0,5	1	3	
НКФ-10-58	10/√3	10/√3	100:3	-	400	600	1200	2000

Враховуючи розраховані дані та обрані елементи будуємо, згідно всіх норм і стандартів ПУЕ, схеми підстанції. Схеми представлені в додатку Б.

## 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Згідно графіка (рис. 1) підстанції бачимо велику добову розбіжність навантаження тому необхідно перевірити відносні відхилення напруги всіх фаз на вводі споживача.

На прикладі однієї лінії розрахуємо відхилення напруги. У розподільній електричній мережі виконуємо вимірювання напруги на високій стороні трансформатора 10/0.4кВ. Напруги підкоряються наступним законам:

$$U_{вх.а} = 1.41 (U_a^{(1)} \sin(2\pi f + \varphi_a^{(1)}) + U_a^{(2)} \sin(4\pi f + \varphi_a^{(2)}) + U_a^{(3)} \sin(6\pi f + \varphi_a^{(3)}));$$

$$U_{вх.б} = 1.41 (U_b^{(1)} \sin(2\pi f - \varphi_b^{(1)}) + U_b^{(2)} \sin(4\pi f - \varphi_b^{(2)}) + U_b^{(3)} \sin(6\pi f - \varphi_b^{(3)}));$$

$$U_{вх.с} = 1.41 (U_c^{(1)} \sin(2\pi f + \varphi_c^{(1)}) + U_c^{(2)} \sin(4\pi f + \varphi_c^{(2)}) + U_c^{(3)} \sin(6\pi f + \varphi_c^{(3)})).$$

До трансформатора за допомогою повітряної лінії електропередачі підключений споживач зі встановленою активною потужністю P і реактивною потужністю Q.

Визначаємо наступні показники якості електроенергії на вводі споживача і зробіть висновок про їх відповідність встановленим нормативам:

- відхилення напруги  $\Delta U$ ;
- коефіцієнт гармонійних спотворень THD.

Таблиця 15. Виміряні параметри лінії

$U_a^{(1)}$ , кВ	$U_b^{(1)}$ , кВ	$U_c^{(1)}$ , кВ	$U_a^{(2)}$ , кВ	$U_b^{(2)}$ , кВ	$U_c^{(2)}$ , кВ	$U_a^{(3)}$ , кВ	$U_b^{(3)}$ , кВ	$U_c^{(3)}$ , кВ	ТР	Лінія	L, км	P, кВ т	Q, кВА
11	11	10.8	1	2	2	0	1	1	ТМ- 630/10	АС- 25/4.2	4	10	1

<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>				
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Зайка В.С.			
Перевірив	Волохін В.В.			
Реценз.				
Н. Контр.	Никифоров М. А			
Затверд.	Лебединський ІЛ			
Науково-дослідна частина				
			Арк	Аркуш
			27	65
<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>				

Таблиця 16 – Параметри трансформатора

Тип	Номинальна потужність, кВА	Номинальні напруги обмоток		Схема та група з'єднання обмоток	Втрати, Вт		Напруга КЗ, %
		ВН	НН		XX	КЗ	
ТМ-630/10	630	10	0,4	Y/ZH-11	130	690	4,7

Таблиця 17 – Параметри ЛЕП

Переріз проводу марки А(АС), мм <sup>2</sup>	Допустимий струм, А	Діаметр проводу, мм	r <sub>0</sub> , Ом/км, при +20° С	X <sub>0</sub> , Ом/км при напрузі, кВ			
				0,38	6	10	35
25(25/4,2)	135 (145)	6,4 (6,9)	1,150 (1,152)	0,319	0,319 (0,392)	0,402 (0,401)	-

Розраховуємо параметри схеми заміщення:

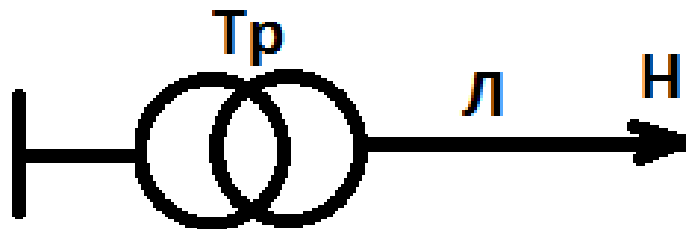


Рис.5 Схеми заміщення

Активний опір лінії електропередачі:

$$R_L = L \cdot r_0 = 4 \cdot 1,15 = 4,6 \text{ Ом.} \quad (2.1)$$

Індуктивний опір лінії електропередачі:

$$X_L = L \cdot x_0 = 4 \cdot 0,319 = 1,276 \text{ Ом.} \quad (2.2)$$

Коефіцієнт трансформації силового трансформатора:

$$K = \frac{U_{В.НОМ}}{U_{Н.НОМ}} = \frac{10}{0,4} = 25 \quad (2.3)$$

						MP 3.8.141.120 ПЗ	Лист
							28
	Кіл.	Лист	№ док	Підпис	Дата		

Активний опір трансформатора, приведений до напруги 0,4 кВ:

$$R_T = \frac{\Delta P_K \cdot U_{B.HOM}^2}{K^2 \cdot S_{HOM}^2} = \frac{690 \cdot 10^2}{25^2 \cdot 25^2} = 0,177 \text{ Ом.} \quad (2.4)$$

Реактивний опір трансформатора, приведений до напруги 0,4 кВ:

$$X_T = \frac{U_K \cdot U_{B.HOM}^2}{100 \cdot K^2 \cdot S_{HOM}} = \frac{4,7 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{100 \cdot 25^2 \cdot 25} = 0,012 \text{ Ом.} \quad (2.5)$$

Розраховуємо відносне падіння напруги в трансформаторі:

$$\Delta U_{TP} = \frac{R_T \cdot P + X_T \cdot Q}{10^3 \cdot U_{H/HOM}^2} \cdot 100\% = \frac{0,177 \cdot 10 + 0,012}{10^3 \cdot 0,4^2} \cdot 100\% = 0,111\% \quad (2.6)$$

Розраховуємо відносне падіння напруги в лінії:

$$\Delta U_L = \frac{R_L \cdot P + X_L \cdot Q}{10^3 \cdot U_{H/HOM}^2} \cdot 100\% = \frac{4,6 \cdot 10 + 1,276}{10^3 \cdot 0,4^2} \cdot 100\% = 0,295\% \quad (2.7)$$

Розраховуємо відносне відхилення напруги на вводі споживача  $\Delta U$  для кожної фази окремо. Діюче значення напруги на стороні ВН трансформатора:

$$U_A = \sqrt{(U_A^{(1)})^2 + (U_A^{(2)})^2 + (U_A^{(3)})^2} = \sqrt{11^2 + 1^2} = 11,05 \text{ кВ} \quad (2.8)$$

$$U_B = \sqrt{(U_B^{(1)})^2 + (U_B^{(2)})^2 + (U_B^{(3)})^2} = \sqrt{11^2 + 2^2 + 1^2} = 11,23 \text{ кВ} \quad (2.9)$$

$$U_C = \sqrt{(U_C^{(1)})^2 + (U_C^{(2)})^2 + (U_C^{(3)})^2} = \sqrt{10,8^2 + 2^2 + 1^2} = 11,03 \text{ кВ.}$$

Відносне відхилення напруги на вводі споживача:

$$\Delta U_B = \frac{U_B / K - U_{H.HOM}}{U_{H.HOM}} 100\% + \Delta U_{TP} + \Delta U_L = \frac{11,23 / 25 - 0,4}{0,4} 100\% + 0,57 + 2,4 = 15,22\% ; \quad (2.10)$$

$$\Delta U_C = \frac{U_C / K - U_{H.HOM}}{U_{H.HOM}} 100\% + \Delta U_{TP} + \Delta U_L = \frac{11,03 / 25 - 0,4}{0,4} 100\% + 0,57 + 2,4 =$$

Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата	

=13,26% .

Розраховуємо коефіцієнт гармонійних спотворень THD по кожній фазі окремо:

$$THD_A = \frac{\sqrt{(U_A^{(2)})^2 + (U_A^{(3)})^2}}{U_A^{(1)}} 100\% = \frac{\sqrt{1^2}}{11} 100\% = 9,09\% ; \quad (2.11)$$

$$THD_B = \frac{\sqrt{(U_B^{(2)})^2 + (U_B^{(3)})^2}}{U_B^{(1)}} 100\% = \frac{\sqrt{2^2 + 1^2}}{11} 100\% = 20,33\% ;$$

$$THD_C = \frac{\sqrt{(U_C^{(2)})^2 + (U_C^{(3)})^2}}{U_C^{(1)}} 100\% = \frac{\sqrt{2^2 + 1^2}}{10,8} 100\% = 20,7\% .$$

Розраховуємо коефіцієнт не симетрії напруги  $K_{2U}$  для (1) -ї гармоніки. Для цього знаходимо комплексні напруги кожної фази:

$$\dot{U}_A = U_a^{(1)} = 11 \text{ кВ};$$

$$\dot{U}_B = U_b^{(1)} e^{-j\frac{2\pi}{3}} = -5,5 - j9,53 \text{ кВ};$$

$$\dot{U}_C = U_c^{(1)} e^{j\frac{2\pi}{3}} = -5,4 - j9,35 \text{ кВ}.$$

Розраховуємо напруги прямої послідовності:

$$\alpha = e^{j\frac{2\pi}{3}} ;$$

$$\dot{U}_1 = \frac{1}{3} \left( \dot{U}_A + \alpha \dot{U}_B + \alpha^2 \dot{U}_C \right) = 10,93 \text{ кВ}. \quad (2.12)$$

Розраховуємо напругу зворотної послідовності:

$$\dot{U}_2 = \frac{1}{3} \left( \dot{U}_A + \alpha^2 \dot{U}_B + \alpha \dot{U}_C \right) = 0,033 + j0,058 \text{ кВ}.$$

Розраховуємо напругу нульової послідовності:

$$\dot{U}_0 = \frac{1}{3} \left( \dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C \right) = 0,033 - j0,058 \text{ кВ}.$$

Розраховуємо коефіцієнт не симетрії напруги за зворотною послідовністю:

$$K_{2U} = \frac{|U_2|}{|U_1|} 100\% = 0,61\% \quad (2.13)$$

Розраховуємо коефіцієнт не симетрії напруги за нульовою послідовністю:

$$K_{2U0} = \frac{|U_0|}{|U_1|} 100\% = 0,61\%$$

З розрахунків бачимо, що відносні відхилення напруги всіх фаз на вводі споживача перевищують максимально допустиме значення – 10%, коефіцієнти гармонійних спотворень THD свідчать про те, що сигнал має трапецеїдальну або ступінчасту форму, коефіцієнти не симетрії напруги за зворотною і нульовою послідовностями знаходяться в нормально допустимих межах –2%. Як наслідок такої роботи підстанції буде не стабільна робота приймачів та подальший вихід їх зі строю.

Проблема полягає в тому, що напруга в електричній мережі змінюється в залежності від її завантаженості, в той час як для правильної роботи більшості споживачів електроенергії необхідною умовою є стабільність напруги живлення. Тому потрібно якісно підстроювати напругу до номінальних значень, (коригування напруги). Один з кращих способів - це зміна в міру потреби коефіцієнта трансформації шляхом зменшення або збільшення кількості витків в первинній або у вторинній обмотці трансформатора, відповідно.

Для регулювання напруги на вторинних обмотках трансформатора, з метою підтримки у споживачів правильної величини напруги (близької до номінальної), - у деяких трансформаторів передбачена можливість змінювати співвідношення витків, тобто коригувати таким чином коефіцієнт трансформації. Переважна більшість сучасних силових трансформаторів оснащена спеціальними пристроями, що дозволяють виконувати регулювання коефіцієнта трансформації, тобто додавати або збавляти витки в обмотках. Таке регулювання може виконуватися або прямо під навантаженням, або тільки тоді, коли трансформатор заземлений і повністю знеструмлений. Залежно від значущості

об'єкта, і від того, наскільки часто необхідні дані регулювання, - зустрічаються більш-менш складні системи перемикання витків в обмотках трансформатора: здійснюють ПБЗ - «перемикання без збудження» або РПН - «регулювання під навантаженням». В обох випадках обмотки трансформатора мають відгалуження, між якими і відбувається зміна кількості витків.

Регулювання будем здійснювати під навантаженням. Оперативні перемикання здійснюються автоматично або вручну, прямо під навантаженням, там де в різний час доби напруга сильно змінюється. Трансформатор, в залежності від напруги, маючи РПН та дозволе здійснювати регулювання в різних діапазонах - від 10 до 16% з кроком в 1,5% на стороні вищої напруги, - там, де струм менше.

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							32
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		



### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до ПТЕЕС для персоналу, який обслуговує електроустановки, встановлено п'ять кваліфікаційних груп по ЕБ.

I група ЕБ присвоюється неелектротехнічний виробничому персоналу, який використовує в своїй роботі електроінструмент, що експлуатує електроустановки і споживачі, які не потребують спеціального навчання. Присвоєння I групи ЕБ виробляє працівник з числа електротехнічного персоналу даного підприємства з групою з електробезпеки не нижче III за розпорядженням керівника відповідно до затвердженого переліку.

II кваліфікаційна група ЕБ Для первинного отримання II групи ЕБ персонал із середньою освітою або не має середнього повинен пройти навчання в навчальному центрі за програмою «Норми і правила роботи в електроустановках» в обсязі не менше 72 годин і здати іспити в атестаційній комісії, обслуговуючому установки і обладнання з електроприводом, електрозварники (без права підключення), термісти установок ТВЧ, машиністи вантажопідіймальних машин, пересувні машини і механізми з електроприводом, що працює з ручними електричними машинами та іншими переносними електроприймач та інший технологічний персонал, зайнятий в основний і неосновній діяльності підприємства (об'єднання), організації. Також 2 група ЕБ до 1000 В присвоюється новоприйнятим електромонтерами, електромонтажникам.

III кваліфікаційна група присвоюється електротехнічного персоналу. Вимоги при прийомі на роботу і виконання робіт до електротехнічного, рівні технологічного персоналу. Допуск персоналу з III групою підрозділяється на роботу з мережами до 1000 В, а також дає право одноосібного обслуговування, огляду, підключення і відключення електроустановок від мережі.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	MP 3.8.141.120 ПЗ			
Розробив		Заїка В.С.			Охорона праці	Арк	Аркуш	Аркушів
Перевірив.		Волохін В.В.					33	65
Реценз.						СумДУ ЕТ.м-91		
Н. Контр.		Никифоров М. А						
Затверд.		Лебединський І Л						

IV кваліфікаційна група присвоюється тільки особам електротехнічного персоналу. 4 група ЕБ (до 1000 В) необхідна особам (ІТП) для призначення відповідальною особою за електрогосподарство в організації. Також присвоюється оперативному персоналу для навчання молодого покоління на робочому місці.

V кваліфікаційна група ЕБ присвоюється особам, відповідальним за електрогосподарство, і іншому інженерно-технічного персоналу в установках напругою вище 1000 В.

Після присвоєння групи ЕБ працівнику видається посвідчення. На підприємстві АТ «Сумиобленерго» видається посвідчення з відривними талонами, вони розроблені з метою поліпшення загального стану охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві, підвищенню відповідальності керівників, спеціалістів та працівників за дотриманням вимог діючих Правил, норм, вказівок і інших нормативних та законодавчих актів, Правил внутрішнього трудового розпорядку, виробничої і оперативної дисципліни.

Талони вилучаються за порушення. Про порядок вилучення, з посвідчень перевірки знань, відривних талонів згідно правил і норм з охорони праці та пожежної безпеки, заходи впливу, хочу вас ознайомити. Для обліку та контролю порушень факти вилучення відривних талонів повинні фіксуватися СОП,ПБ НЕЕМ в електронному журналі довільної форми із зазначенням місця роботи, посади, прізвища, ім`я та по батькові осіб у яких вилучено талон, причини та дати вилучення, а також прізвище, ім`я та по батькові особи, яка вилучила талон.

Після успішної перевірки знань з питань охорони праці кожному працівнику видається посвідчення з перевірки знань до якого додаються відривні талони попередження за номерами 1, 2, 3 (форма талону приведена в додатку 2).

Порядок вилучення талонів у працівників підприємства. При вилученні талонів, особа що їх вилучила, повинна зробити у обох частинах талону запис дати та суті порушення, вилучити відривну частину талону, скласти акт

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							34
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

перевірки робочого місця і надати його разом з відірваним талоном у СОП, ПБ НЕЕМ для вжиття заходів впливу до порушника та ведення обліку порушень. Корінці вилучених талонів повинні постійно зберігатися у посвідченнях з перевірки знань.

За допущені порушення вимог Правил, норм і інших нормативних, директивних, законодавчих актів з охорони праці та пожежної безпеки до порушників застосовуються заходи впливу згідно чинного законодавства у тому числі і вилучення талонів. Вилучення талонів проводиться відповідно переліку порушень викладеному у додатку 1. Право вилучення талонів надається керівництву АТ “Сумиобленерго” у всього виробничого персоналу компанії, функціональним директорам і їх заступникам у всього складу функціонально підлеглого персоналу. Начальникам виробничих служб та служб енергозбуту надається право вилучення відривних талонів тільки у функціонально підлеглого персоналу у тому числі і керівників РЕМ, РВЕ. Начальникам РЕМ, головним інженерам РЕМ, начальникам РВЕ та їх заступникам надається право вилучення талонів у всього підлеглого їм персоналу. Працівники СОП, ПБ НЕЕМ мають право вилучення талонів у всіх працівників АТ “Сумиобленерго”. За незадовільний стан охорони праці у підрозділах керівництво АТ "Сумиобленерго" та працівники СОП, ПБ НЕЕМ можуть вилучити талони у начальників структурних підрозділів, їх заступників та головних інженерів РЕМ. У ході розгляду недоліків та порушень, виявлених під час перевірки, повинні враховуватися упущення з боку не тільки безпосередніх порушників, але й осіб, дії яких (або бездіяльність) призвели до порушення правил охорони праці та пожежної безпеки. У зазначених працівників теж можуть бути вилучені талони, відповідно до допущених недоліків та порушень. Кожний випадок вилучення талонів №3 повинен розглядатися на засіданні штабу з профілактики виробничого травматизму з прийняттям відповідних рішень і виданням розпорядчих документів. З урахуванням умов і допущених порушень відповідно переліку (додаток В), талони можуть вилучатися в будь-якій послідовності з вживанням заходів впливу до порушників. У випадку відмови порушника надати

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							35
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

посвідчення для вилучення талону, або незгоди порушника з висновками перевіряючого, останній повинен надати акт перевірки зі своїм обґрунтуванням до СОП, ПБ НЕЕМ для розгляду його на засіданні штабу з профілактики виробничого травматизму та прийняття відповідних рішень. Випадки виникнення суперечностей між порушником та особою, яка вилучила талон, розглядаються на засіданні штабу з профілактики виробничого травматизму з винесенням відповідного рішення. В разі незгоди працівника з рішенням штабу з профілактики виробничого травматизму він має право звернутися до комісії по трудових спорах.

Талони можна відновити якщо Талон, вилучений за допущені порушення, відновлюється при періодичній або позачерговій перевірці знань. Відновлення талонів проводиться рішенням комісії, у якій порушник проходить перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки, з відповідним записом в журнал перевірки знань. Виконання службових обов'язків в разі вилучення талонів №1 і №2 не повинно перевершувати термін проходження періодичної перевірки знань з питань охорони праці та пожежної безпеки, тобто відновлення талонів проводиться після успішного проходження перевірки знань. Термін виконання службових обов'язків при вилученому талоні №3 не повинен перевищувати одного місяця з дати вилучення талону. Протягом цього місяця працівник, зобов'язаний пройти навчання та позачергову перевірку знань з питань охорони праці або пожежної безпеки, при чому нарахування по преміюванню працівників не проводиться в тому місяці, в якому було вилучено талон №3. У разі незадовільних результатів позачергової перевірки знань працівник повинен пройти додаткове самостійне навчання та повторну перевірку знань. До дати повторної перевірки знань працівник повинен бути відсторонений від виконання своїх функціональних обов'язків, а посвідчення працівника залишається у комісії з перевірки знань. За умови отримання незадовільних результатів при повторній перевірці знань працівник до роботи не допускається. Відсторонення від роботи і питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							36
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

В на казання за вилучення талону №1 порушнику зменшується розмір нарахування по преміюванню за поточний місяць на 25%. При вилученні талону №2 порушнику зменшується розмір нарахування по преміюванню працівників за поточний місяць на 50%. При вилученні талону №3 порушнику не проводиться нарахування по преміюванню за поточний місяць, додатково можуть бути застосовані заходи дисциплінарного впливу та призначається позачергова перевірка знань.

За необґрунтоване вилучення талону, або не вилучення його у разі виявлення порушення вказаного в додатку 1 даного Положення винні притягуються до відповідальності шляхом зменшення нарахування по преміюванню працівників за поточний місяць до 50%. За невжиття заходів впливу у вигляді вилучення талону до порушника, при явних ознаках його скоєння, приєднуються до відповідальності посадові особи, які проводили контроль або перевірку стану безпеки праці та пожежної безпеки шляхом зменшення нарахування по преміюванню працівників за поточний місяць 50%.

Особа, у якої було вилучено талон, у разі якщо вона з ним не згодна, може у місячний термін звернутися з опротестуванням до штабу з профілактики виробничого травматизму або до комісії по трудових спорах.

### 3.1 ГРОЗОЗАХИСТ ПІДСТАНЦІЇ

Розраховуємо висоту і зону захисту блискавковідводів підстанції №359, встановлених на двох порталах (рис. 8 поз. 1 і 2) і двох блискавковідводів, що стоять окремо (рис. 8 поз. 3 і 4), вважаючи, що блискавковідводи розташовані симетрично по відношенню до вузької сторони ВРУ. Надійність зони захисту від уражень блискавки  $P_z = 0,999$ .

Параметри розміщення блискавковідводів по площині ВРУ, наведені в (табл. 18).

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							37
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

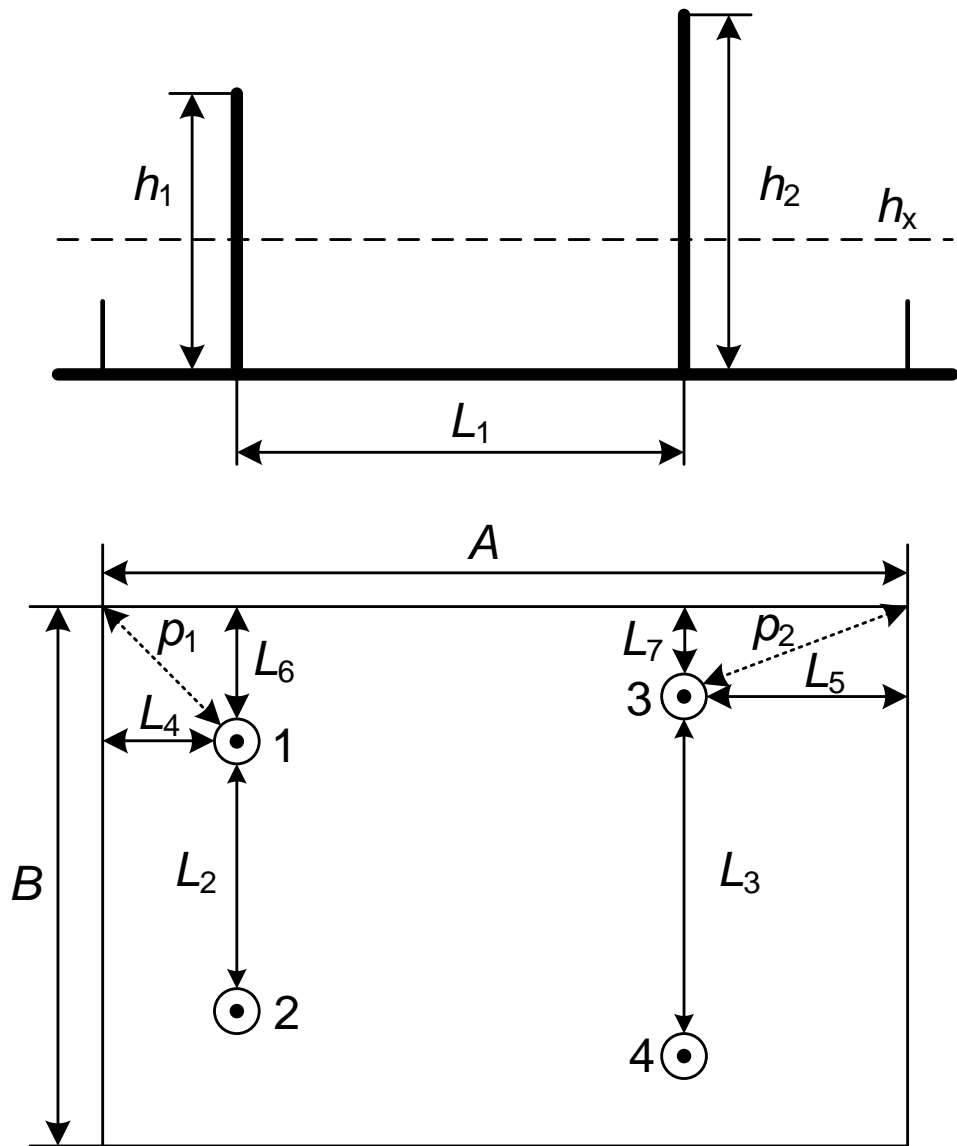


Рис. 8. Схема розміщення стрижневих блискавковідводів ТП 359

Таблиця 18. Параметри

$A, \text{ м}$	$B, \text{ м}$	$L_1, \text{ м}$	$L_2, \text{ м}$	$L_3, \text{ м}$	$L_4, \text{ м}$	$L_5, \text{ м}$	$h_x, \text{ м}$
46	40	32	18	32	8	6	4

Знаходимо параметри  $L_6$  та  $L_7$ :

$$L_6 = \frac{B - L_2}{2} = \frac{40 - 18}{2} = 11 \text{ м}; \quad (3.1)$$

$$L_7 = \frac{B - L_3}{2} = \frac{40 - 32}{2} = 4 \text{ м.}$$

Зона захисту двох стрижневих блискавковідводів різної висоти  $h_1, h_3 \leq 150$  м приведена на (рис. 9) і складається з торцевих областей зони захисту, визначених габаритними розмірами  $h_{01}, h_{03}, r_{01}, r_{03}, r_{x1}, r_{x3}$  за формулами для зон захисту окремо встановлених стрижневих блискавковідводів, і внутрішньої області зони захисту, визначеної габаритними розмірами  $h_{cmin}, d_{cx}$ .

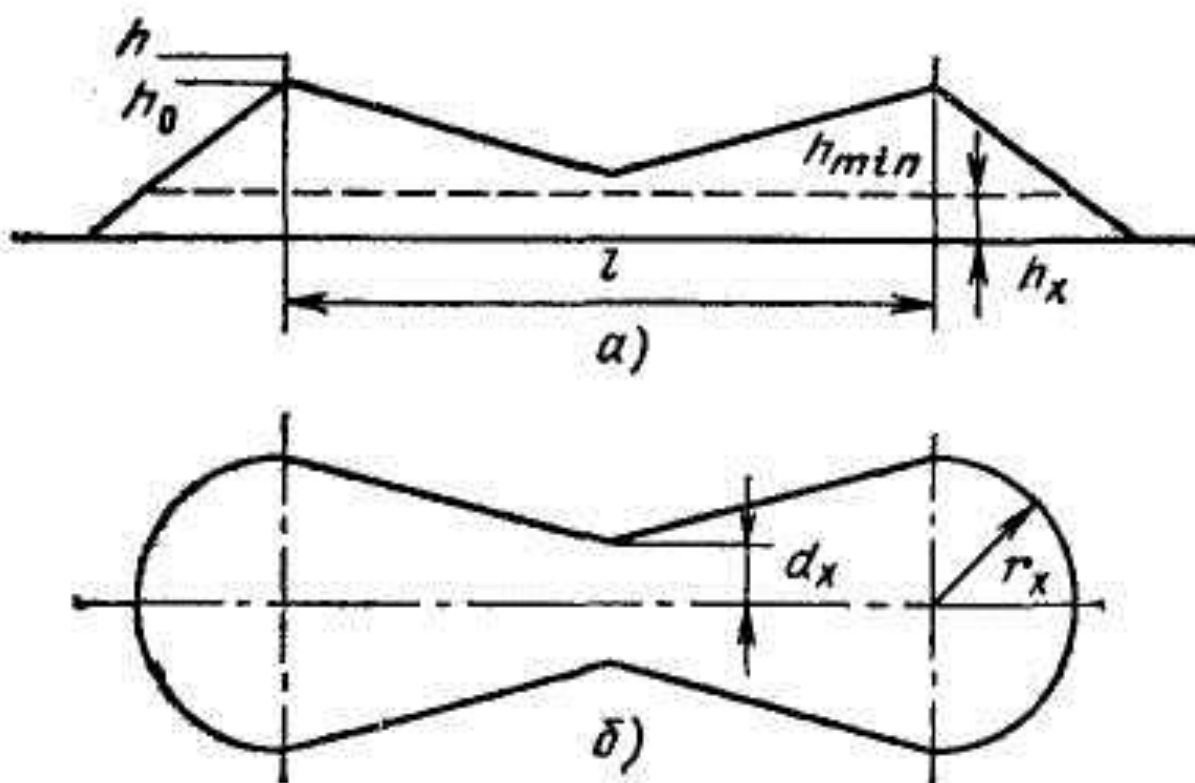


Рис. 9. Зона захисту подвійного стрижневого блискавковідводу:

а – перетин вертикальною площиною, що проходить через осі блискавковідводів;

б – перетин горизонтальною площиною на висоті  $h_x$ .

Знаходимо параметри  $p_1$  та  $p_2$ :

$$p_1 = \sqrt{L_4^2 + L_6^2} = \sqrt{8^2 + 11^2} = 13,601 \text{ м}; \quad (3.2)$$

$$p_2 = \sqrt{L_5^2 + L_7^2} = \sqrt{6^2 + 4^2} = 7,211 \text{ м}.$$

Знаходимо висоту блискавковідводів  $h_1 = h_2$ , виходячи з умови, що  $r_{x1} = p_1 = 13,601$  м на висоті  $h_x$ :

$$\begin{cases} r_{x1} = \frac{r_{01}(h_{01} - h_x)}{h_{01}}; \\ h_{01} = 0,7h_1; \\ r_{01} = 0,6h_1. \end{cases}$$

$$r_{x1} = \frac{0,6h_1(0,7h_1 - h_x)}{0,7h_1}; \quad (3.3)$$

$$0,42h_1^2 - 0,7r_{x1}h_1 - 0,6h_1h_x = 0;$$

$$0,42h_1^2 - 0,7 \cdot 13,601 \cdot h_1 - 0,6 \cdot 4 \cdot h_1 = 0;$$

$$0,42h_1^2 - 11,921h_1 = 0;$$

$$h_{11} = \frac{11,921}{0,42} = 28,383 \text{ (м)}, \quad h_{12} = 0 \text{ (м)};$$

$$h_1 = h_2 = h_{11} = 28,383 \text{ м.}$$

Знаходимо висоту блискавковідводів  $h_3 = h_4$ , виходячи з умови, що  $r_{x3} = p_2 = 7,211$  м на висоті  $h_x$ :

$$\begin{cases} r_{x3} = \frac{r_{03}(h_{03} - h_x)}{h_{03}}; \\ h_{03} = (0,7 - 7,14 \cdot 10^{-4}(h_3 - 30))h_3; \\ r_{03} = (0,6 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h_3 - 30))h_3. \end{cases}$$

Після розв'язання системи рівнянь отримуємо:

$$h_{31} = 0 \text{ м}, \quad h_{32} = 438 \text{ м}; \quad h_{33} = 1005 \text{ м}, \quad h_{34} = 17,307 \text{ м};$$

Умовам задачі задовольняє корінь  $h_{34} = 17,307$ . Отже,

$$h_3 = h_4 = h_{34} = 17,307 \text{ м.}$$

Розраховуємо параметри зони захисту блискавковідводів 1 та 2:

$$L_{12} = L_2 = 18 \text{ м};$$

$$r_{01} = r_{02} = 0,6h_1 = 0,6 \cdot 28,383 = 17,03 \text{ м};$$



$$h_{01} = h_{02} = 0,7h_1 = 0,7 \cdot 28,383 = 19,868 \text{ м};$$

$$r_{x1} = r_{x2} = \frac{r_{01}(h_{01} - h_x)}{h_{01}} = \frac{17,03 \cdot (19,868 - 4)}{19,868} = 13,601 \text{ м}; \quad (3.4)$$

$$L_{c12} = 2,25h_1 = 2,25 \cdot 28,383 = 63,863 \text{ м};$$

$$L_{\max 12} = 4,25h_1 = 4,25 \cdot 28,383 = 120,629 \text{ м};$$

$$\begin{cases} h_{c12} = h_{01} = 19,868 \text{ м}, & L_{12} \leq L_{c12} \\ r_{cx12} = r_{x1} = 13,601 \text{ м}, & h_x \leq h_{c12}. \end{cases}$$

Розраховуємо параметри зони захисту блискавковідводів 3 та 4:

$$L_{34} = L_3 = 32 \text{ м};$$

$$r_{03} = r_{04} = 0,6h_3 = 0,6 \cdot 17,307 = 10,384 \text{ м};$$

$$h_{03} = h_{04} = 0,7h_3 = 0,7 \cdot 17,307 = 12,115 \text{ м};$$

$$r_{x3} = r_{x4} = \frac{r_{03}(h_{03} - h_x)}{h_{03}} = \frac{10,384(12,115 - 4)}{12,115} = 6,956 \text{ м};$$

$$L_{c34} = 2,25h_3 = 2,25 \cdot 17,307 = 38,941 \text{ м};$$

$$L_{\max 34} = 4,25h_3 = 4,25 \cdot 17,307 = 73,555 \text{ м};$$

$$\begin{cases} h_{c34} = h_{03} = 12,115 \text{ м}, & L_{34} < L_{c34} \\ r_{cx34} = r_{x3} = 6,956 \text{ м}, & h_x < h_{c34}. \end{cases}$$

Розраховуємо параметри зони захисту блискавковідводів 1 та 3 (2 та 4):

$$L_{13} = \sqrt{(L_1)^2 + \left(\frac{L_3 - L_2}{2}\right)^2} = \sqrt{(32)^2 + \left(\frac{32 - 18}{2}\right)^2} = 32,757 \text{ м}; \quad (3.5)$$

Блискавковідводи 1 та 3 мають висоту  $h_1 = 28,383 \text{ м}$ .

$$L_{c13} = L_{c12} = 63,863 \text{ м};$$

$$L_{\max 13} = L_{\max 12} = 120,629 \text{ м};$$

$$\begin{cases} h_{c13} = h_{01} = 19,868 \text{ м}, & L_{13} \leq L_{c13} \\ r_{cx13} = r_{x1} = 13,601 \text{ м}, & h_x \leq h_{c13} \end{cases}$$

Блискавковідводи 1 та 3 мають висоту  $h_3 = 17,307 \text{ м}$ .

$$L_{c31} = L_{c34} = 38,941 \text{ м};$$

$$L_{\max 31} = L_{\max 34} = 73,555 \text{ м};$$

$$\begin{cases} h_{c31} = h_{03} = 12,115 \text{ м}, & L_{31} \leq L_{c31} \\ r_{cx31} = r_{x3} = 6,956 \text{ м}, & h_x \leq h_{c31} \end{cases}$$

$$\begin{cases} h_{c\min 13} = \frac{h_{c13} + h_{c31}}{2} = \frac{19,868 + 12,115}{2} = 15,992 \text{ м}; \\ r_{c013} = \frac{r_{01} + r_{03}}{2} = \frac{17,03 + 10,384}{2} = 13,707 \text{ м}; \\ r_{cx13} = \frac{r_{c013}(h_{c\min 13} - h_x)}{h_{c\min 13}} = \frac{13,707 \cdot (15,992 - 4)}{15,992} = 10,279 \text{ м}. \end{cases}$$

Розраховуємо параметри зони захисту блискавковідводів 1 та 4 (2 та 3):

$$L_{14} = \sqrt{(L_1)^2 + \left(L_2 + \frac{L_3 - L_2}{2}\right)^2} = \sqrt{(32)^2 + \left(18 + \frac{32 - 18}{2}\right)^2} = 40,608 \text{ м};$$

Блискавковідводи 1 та 4 мають висоту  $h_1 = 28,383 \text{ м}$ .

$$L_{c14} = L_{c12} = 63,863 \text{ м};$$

$$L_{\max 14} = L_{\max 12} = 120,629 \text{ м};$$

$$\begin{cases} h_{c14} = h_{01} = 19,868 \text{ м}, & L_{14} < L_{c14} \\ r_{cx14} = r_{x1} = 13,601 \text{ м}, & h_x < h_{c14} \end{cases}$$

Блискавковідводи 1 та 4 мають висоту  $h_4 = 17,307 \text{ м}$ .

$$L_{c41} = L_{c34} = 38,941 \text{ м};$$

$$L_{\max 41} = L_{\max 34} = 73,555 \text{ м};$$

$$\begin{cases} h_{c41} = \frac{L_{\max 41} - L_{41}}{L_{\max 41} - L_{c41}} \cdot h_{04} = \frac{73,555 - 40,608}{73,555 - 38,941} \cdot 12,115 = 11,531 \text{ м}, & L_{41} > L_{c41} \\ r_{cx41} = r_{x4} = 6,956 \text{ м}, & h_x < h_{c41} \end{cases}$$

$$\begin{cases} h_{c\min 14} = \frac{h_{c14} + h_{c41}}{2} = 15,7 \text{ м}; \\ r_{c014} = \frac{r_{01} + r_{04}}{2} = 13,707 \text{ м}; \\ r_{cx14} = \frac{r_{c014}(h_{c\min 14} - h_x)}{h_{c\min 14}} = 10,215 \text{ м}. \end{cases}$$

Вертикальний переріз зони захисту блискавковідводів, розташованих по діагоналі ВРУ та горизонтальний переріз зони захисту блискавковідводів на висоті  $h_x$  зображені на (рис. 10) та (рис. 11) відповідно:

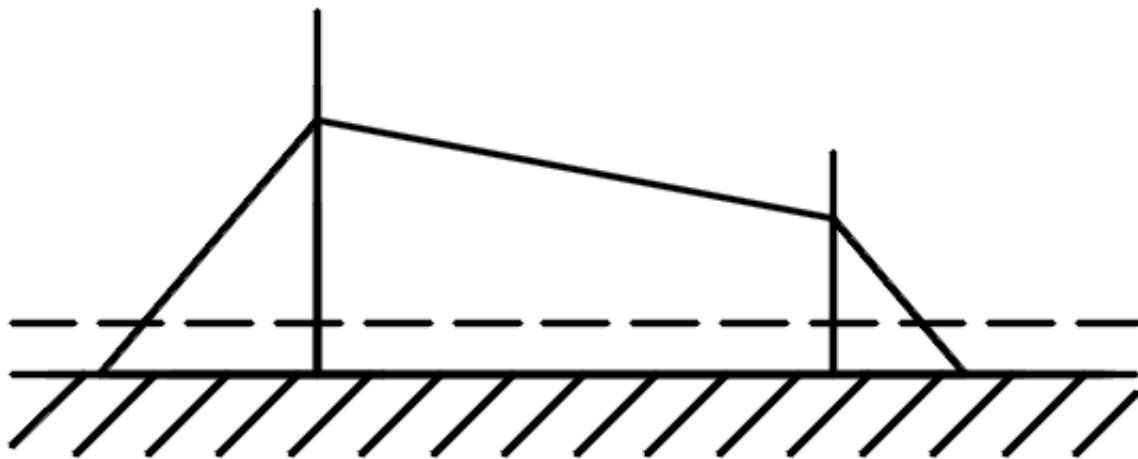


Рис. 10. Вертикальний переріз зони захисту блискавковідводів ВРУ.

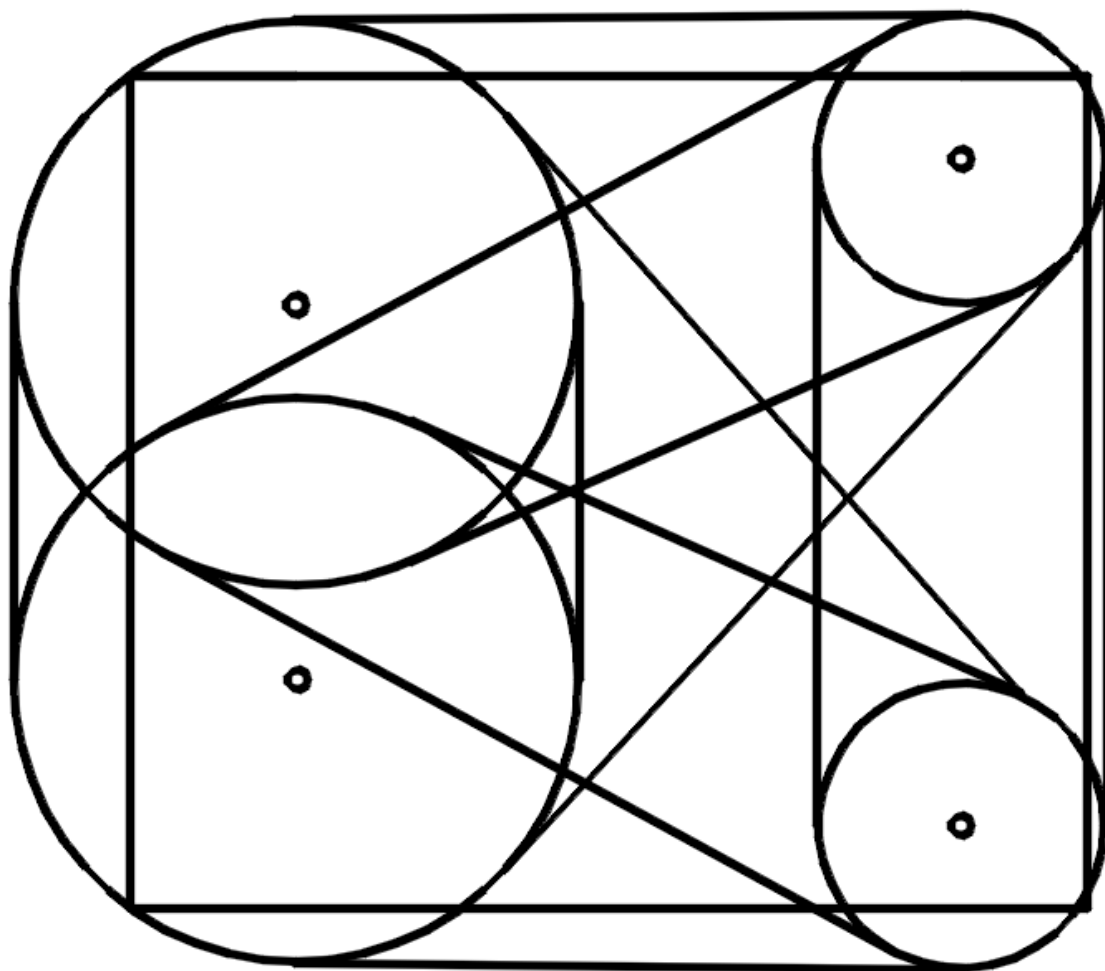


Рис. 11. Горизонтальний переріз зони захисту блискавковідводів ВРУ.

	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата

MP 3.8.141.120 ПЗ

Лист

43

Розраховуємо опір заземлювального контуру відкритого розподільчого пристрою (ВРП), який складається із сітки, що утворена горизонтальними смугами об'єднаних вертикальних електродів. Зобразити схему заземлювального контуру ВРП.

Табл. 19 – Вихідні дані для розрахунків

$a$ , м	$b$ , м	$\rho_{вим}$ , Ом·м	$n_{тр}$ , ШТ	$l_{пр}$ , м
180	200	80	1	180

Примітка:  $a$  і  $b$  – ширина та довжина території ВРП;  $\rho_{вим}$  – виміряне значення питомого опору ґрунту;  $n_{тр}$  – кількість тросів на лінії;  $l_{пр}$  – довжина прольоту лінії.

Розрахункове значення питомого опору ґрунту при сезонних змінах:

$$\rho_{розр} = K \cdot \rho_{вим} = 1,4 \cdot 80 = 112 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (3.6)$$

де  $K$  – сезонний коефіцієнт прийнято 1,4 для середньої вологості ґрунту.

Виходячи з  $\rho_{вим}$ , визначимо допустимий опір заземлення  $R_{оп}$  опори високовольтної лінії для грозового сезону (табл. 2).

Таблиця 20. Опір заземлювача опор ліній електропередачі

$\rho$ , Ом·м	$\rho \leq 100$
Опір заземлювача $R_{оп}$ , Ом	$\leq 10$

Опір заземлення система трос-опора:

$$R_{тр-оп} = \sqrt{R_{тр} \cdot R_{оп}} = \sqrt{0,432 \cdot 10} = 2,078 \text{ Ом} \quad (3.7)$$

де  $R_{тр}$  - опір троса між опорами;  $R_{оп}$  - опір заземлення опори.

Опір троса:

$$R_{тр} = \frac{r'_{тр} \cdot 10^{-3} \cdot l_{пр}}{n_{тр}} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 180}{1} = 0,432 \text{ Ом} \quad (3.8)$$

де  $r'_{тр}$  - величина питомого опору тросу для типу тросу С-70.

Опір  $R_{TP-OP} = R_{IP} = 2,078 \text{ Ом}$  - опір заземлення природних заземлювачів ВРП.

Допустимий опір  $R_3$  штучного заземлювача за наявності природних заземлювачів:

$$R_{ДОП} = \frac{R_{IP} \cdot R_3}{R_{IP} + R_3} \quad (3.9)$$

де  $R_{ДОП}$  - допустимий опір заземлення в мережах із заземленою нейтраллю ( $R_{ДОП} \leq 0.5 \text{ Ом}$ ).

$$R_3 = \frac{R_{ДОП} \cdot R_{IP}}{R_{IP} - R_{ДОП}} = \frac{0,5 \cdot 2,078}{2,078 - 0,5} = 0,658 \text{ Ом}$$

Опір заземлювачів, що складається із сітки вертикальних електродів, об'єднаних горизонтальними смугами:

$$R_{3.P} = \rho_{розр} \cdot \left( \frac{A}{S} + \frac{1}{L+n \cdot l} \right) \quad (3.10)$$

де  $L$  - сумарна довжина всіх горизонтальних електродів;  $l, n$  - число і довжина вертикальних електродів;  $A$  - коефіцієнт, що залежить від  $\frac{l}{\sqrt{S}}$ .

Заземлювальний контур виконуємо у вигляді сітки з горизонтальних смуг із вертикальними електродами, розташованих у вузлах сітки по її периметру. Схема заземлювального контуру зображена на (рис. 12).

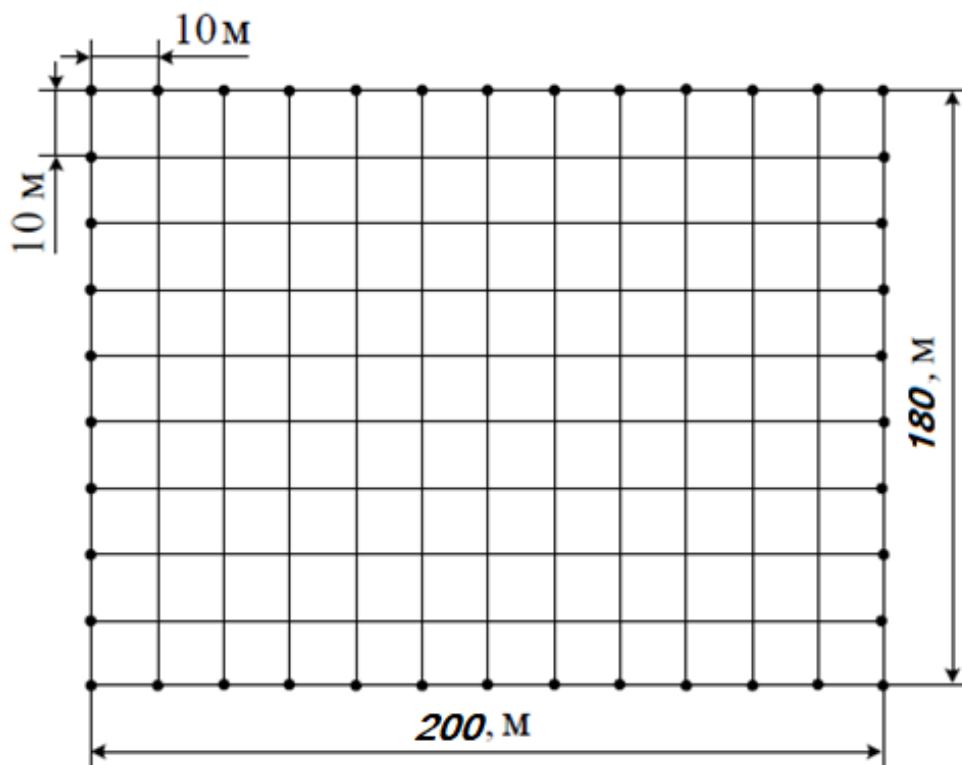


Рис. 12. Схема заземлювального контуру

Із (рис. 12) визначаємо такі параметри:

$$S = \sqrt{a \cdot b} = \sqrt{180 \cdot 200} = 189,737 \text{ м}^2;$$

$$L = \left(\frac{a}{10} + 1\right) \cdot b + \left(\frac{b}{10} + 1\right) \cdot a = \left(\frac{180}{10} + 1\right) \cdot 200 + \left(\frac{200}{10} + 1\right) \cdot 180 = 7580 \text{ м}; \quad (3.11)$$

$$n = \left(\frac{a}{10} \cdot 2\right) + \left(\frac{b}{10} \cdot 2\right) = \left(\frac{180}{10} \cdot 2\right) + \left(\frac{200}{10} \cdot 2\right) = 76 \text{ шт};$$

$$l = 10 \text{ м};$$

$$l/S = 10/189,737 = 0,053.$$

Із (табл. 21) визначаємо  $A$ .

Таблиця 21. Значення коефіцієнта  $A$

$l/S$	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5
$A$	0,43	0,40	0,37	0,33	0,26

Отримане значення  $l/S \approx 0,053$ , тому отримуємо бажаний діапазон даних у (табл. 21) (товстий контур), проводимо інтерполяцію за формулою:

$$X = f(X_1) - (f(X_1) - f(X_2)) \cdot \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} = 0,40 - (0,40 - 0,37) \times \frac{(0,053 - 0,05)}{(0,1 - 0,05)} = 0,398 \quad (3.12)$$

Порівнюємо значення  $L \gg 4S$ ;  $7580 \gg 758,947$ , то опір заземлювального контуру можемо наближено розрахувати за:

$$R_{3,P} = \rho_{розр} \cdot \frac{A}{S} = 112 \cdot \frac{0,398}{189,737} = 0,235 \text{ Ом};$$

$$R_{3,P} = \rho_{розр} \cdot \left( \frac{A}{S} + \frac{1}{L + n \cdot l} \right) = 112 \cdot \left( \frac{0,398}{189,737} + \frac{1}{7580 + 76 \cdot 10} \right) = 0,249 \text{ Ом}.$$

Зробивши висновки розрахунків ми бачимо виконання нерівностей  $R_{3,P} < R_3$ ;  $0,235 \text{ Ом} < 0,658 \text{ Ом}$ , або  $0,249 \text{ Ом} < 0,658 \text{ Ом}$  що свідчить про те, що обрані параметри заземлювача відповідають допустимим нормам.

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для освітлення вулиць міста порахує затрати на світильники. На основі двох світильників розглянемо економічний ефект вибору матеріалу. Беремо два світильника з однаковою освітленістю (4500 Люкс) DELUX КСУ-2772 Е40 ІР65 та ЕВРОСВЕТ 50Вт 4500Лм 6400К ST-50 07 ІР65 вихідні дані представленні в (табл. 13). Розраховуємо їхню собівартість з урахуванням затрат на електроенергію .

По можливості необхідно враховувати розрахунки вартості роботи, податки, амортизаційні відрахування тощо.

Таблиця 21. Світильники

Тип світильника	Потужність, P <sub>св</sub>	Ціна за 1 од.
ST-50-07 IP65	50Wt	571 грн.
КСУ-2772 Е40 ІР65	80Wt	490 грн.

### 4.1 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ

Затрати на добове споживання електроенергії розраховуються за формулою

$$C_{\text{доб}} = n \cdot P_{\text{св}} \cdot T \cdot V_e \quad (4.1)$$

де:  $n$  – кількість світильників;

$P_{\text{св}}$  – потужність одного світильника;

$T$  – час роботи (беремо за 1 добу);

$V_e$  – вартість електроенергії.

За даними оператора системи розподілу електроенергії маємо, що с ТП 359/1 відходить Леп на освітлення на якій встановлено 52 світильника, а з ТП 359/2 відходить Леп на освітлення на якій встановлено 46 світильника.

					<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>			
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Заїка В.С.</i>			Економічна частина	<i>Арк</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Волохін В.В.</i>					48	65
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров М. А</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Лебединський І.Л</i>						



З відси  $n = 52+46 = 98$  (штук)

Для розрахунку часу роботи освітлення необхідно врахувати зимовий та літній періоди, де зимою освітлення працюватиме 17,5 годин, а літом 6,53 відси  $T_{\text{сер}} = 17.5-6.5 = 11$  (год).

На грудень 2020 року вартість електроенергії для комерційних споживачів на Сумщині становить  $B_e = 2.4$  (грн).

Розраховуємо вартість користування освітленням за добу використовуючи розрахункові дані та дані з (табл.13) використовуючи формулу(4,1):

$$C_{\text{доб}_1} = 98 \cdot 0.05 \cdot 11 \cdot 2.4 = 129.39 \text{ (грн) для ЕВРОСВЕТ};$$

$$C_{\text{доб}_2} = 98 \cdot 0.08 \cdot 11 \cdot 2.4 = 206.98 \text{ (грн) для DELUX}.$$

Скориставшись формулою(4.2) розраховуємо вартість закупки світильників враховуючи відсоток браку який становить для світильників DELUX – 12%, а для ЕВРОСВЕТ – 10%

$$C_3 = (n+n_{\%}) \cdot B_{\text{св}} \quad (4.2)$$

$$\text{DELUX } n_{\%} = 98 \cdot 0.12 = 11.76 \approx 12; \text{ ЕВРОСВЕТ } n_{\%} = 98 \cdot 0.1 = 9.8 \approx 10$$

$$C_{3_1} = (98+10) \cdot 571 = 61668 \text{ (грн) для ЕВРОСВЕТ};$$

$$C_{3_2} = (98+12) \cdot 490 = 53900 \text{ (грн) для DELUX}.$$

#### 4.2 ОКУПНІСТЬ СВІТИЛЬНИКІВ ЕВРОСВЕТ ST-50-07 IP65

Так як світильник «ЕВРОСВЕТ 50Вт 4500Лм 6400К ST-50-07 IP65» менше споживає електроенергії та має менший відсоток браку для проекту обираємо саме його та розраховуємо його окупність за формулою(4,3)

$$O = \frac{C_{3_1}}{C_{\text{доб}_2} - C_{\text{доб}_1}} \quad (4,3)$$

$$O = \frac{61668}{206,98 - 129,39} = 794,793 \approx 795 \text{ (діб)}.$$

Як висновок можна сказати, що не зважаючи на те що світильник «ЕВРОСВЕТ 50Вт 4500Лм 6400К ST-50-07 IP65» коштує більше ніж «DELUX КСУ-2772 Е40 IP65» монтування його буде більш економічним так як на його експлуатацію необхідно менші затрати. Завод виробник дає гарантійний термін

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							49
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

роботи 12 місяців на брак та 10 років на експлуатаційну надійність. Повна його окупність становить 2,18 роки, на фоні його 10 років гарантійних цей термін є мізерним так як світильники можуть пропрацювати значно більше.

						<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>	Лист
							50
	Кіл.	Лист	№док	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Досліджуючи роботу енергосистеми підстанції №359 було виявлено недоліка, а саме: невідповідність нормам ПУЕ роз'єднувачів шин високої сторони та невідповідність напруги споживачів, елементи захисту трансформаторів сильно застарілі, підстанція не має захисту від удару блискавки.

Для коректної роботи підстанції доцільно зробити зміни щодо її комплектуючих елементів. Для нормалізації напруги нижчої сторони необхідно встановити трансформатор з можливістю регулювання напруги під навантаженням, а саме ТМН-630/10/0,4. Захист силових трансформаторів застарілий тому на високій стороні встановлюємо вакуумний вимикач VАН 6/10-63-80-27(2), щодо інших захисних елементів підстанції то вони не відповідають сучасному споживанню електроенергії, отже, змінюємо їх на більш сучасніші та потужніші елементи, а саме: секційний вимикач на боці низької напруги VA – SESHВ – LVA, ввідні вимикачі на боці низької напруги VA – SESHВ – TD, вимикачі ліній, що відходять, напругою 0.4 кВ VA88 – 37 UEK (400A) та VA88 – 35 UEK (250A). Роз'єднувачі які не мають заземлення необхідно замінити на аналоги з заземленням. Характеристики струмоведучих шин відповідають всім параметрам тому в їх заміні немає необхідності.

В підсумок роботи можна впевнено сказати, що впроваджена модернізація дозволить якісно та безперебійно працювати підстанції.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	MP 3.8.141.120 ПЗ			
Розробив		Заїка В.С.			Висновки	Арк	Аркуш	Аркушів
Перевірів.		Волохін В.В.					51	65
Реценз.						СумДУ ЕТ.м-91		
Н. Контр.		Никифоров М. А						
Затверд.		Лебединський І.Л						

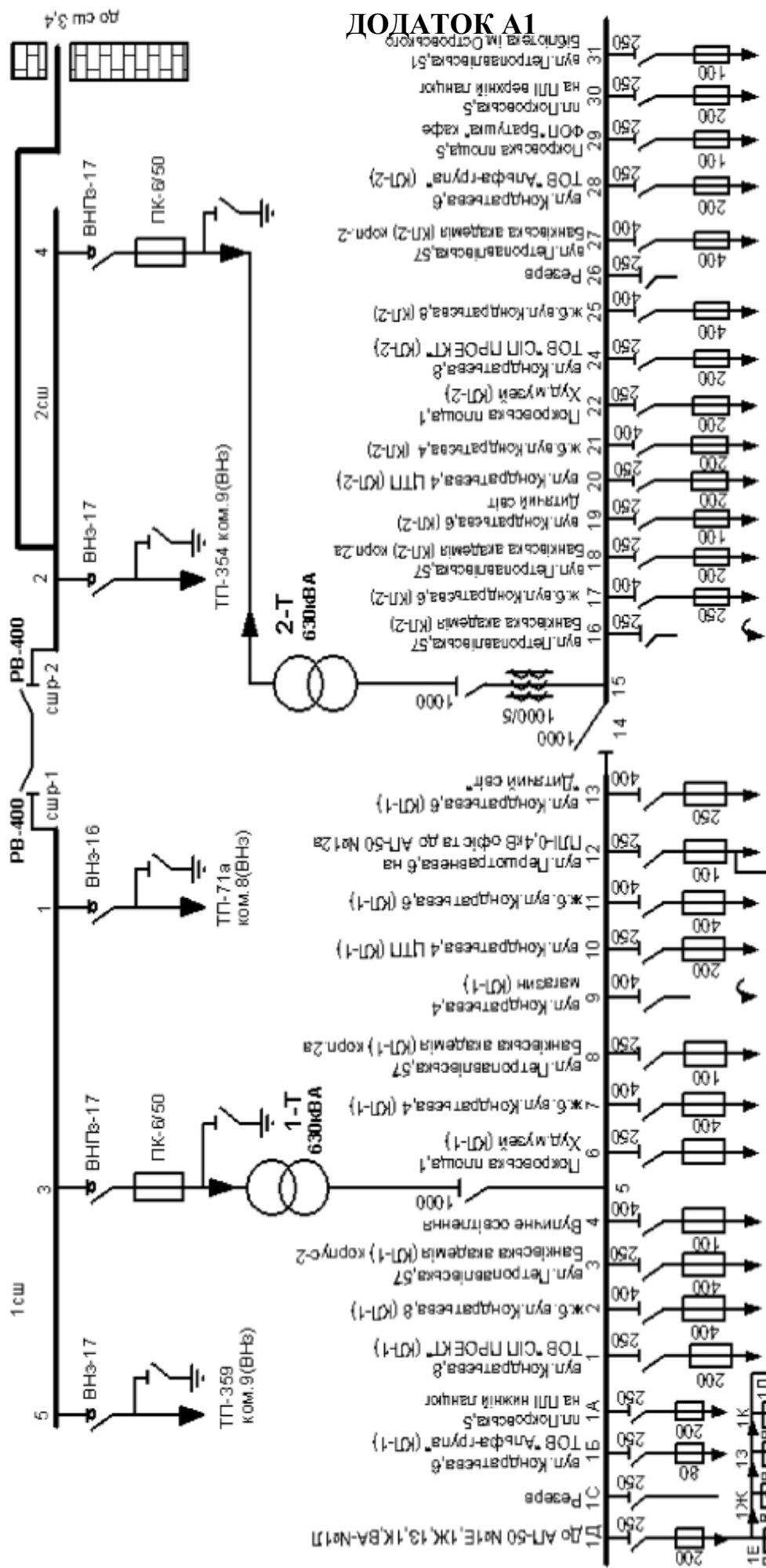
## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Идельчик В. И. «Электрические системы и сети» – Підручник для вузів «М. Энергоатомиздат», 1989, 592 с.
2. Методичні вказівки до оформлення дипломних робіт / Укладачі: М. А. Никифоров, І. Л. Лебединський. – Суми: Сумський державний університет, 2008. – 74 с.
3. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Визначення поточкорозподілення і напруги в електричних районних мережах» з дисципліни «Електричні системи і мережі»: У 2 ч. / укладачі: І. Л. Лебединський, В. В. Волохін, В. І. Романовський. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – Ч. 1. – 34 с.
4. Правила улаштування електроустановок. – Київ: 2017. 617 с.
5. Програма курсу, контрольні завдання і методичні вказівки до виконання курсового проекту «Електрична частина станцій та підстанцій» для студентів спеціальності 6.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання» усіх форм навчання / Укладачі: Д.В. Муриков, І.Л. Лебединський, П.О. Василега, С.М. Лебедка. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – 34 с.

					<i>MP 3.8.141.120 ПЗ</i>			
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Заїка В.С.</i>			Список використаної літератури	<i>Арк</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів.</i>		<i>Волохін В.В.</i>				52	65	
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров М. А</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Лебединський ІЛ</i>						

Инв. №	Изд. №	Взам. инв. №	Инд. № докум.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------	--------	--------------	---------------	--------------	----------	---------------

МПЗ.8.141.120 Е7



ДОДАТОК А1

МПЗ.8.141.120 ГУ

Схема электрических устройств подстанции 359/1		Лист	Масштаб
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Зав. В.С.		
Проб.	Волын В.В.		
Г. контр.			
Н. контр.	Александр М.А.		
Утв.	Лебедевский Г.Г.		
		Лист	Листов 1
		СУМДУ. ЕТ.м - 91	

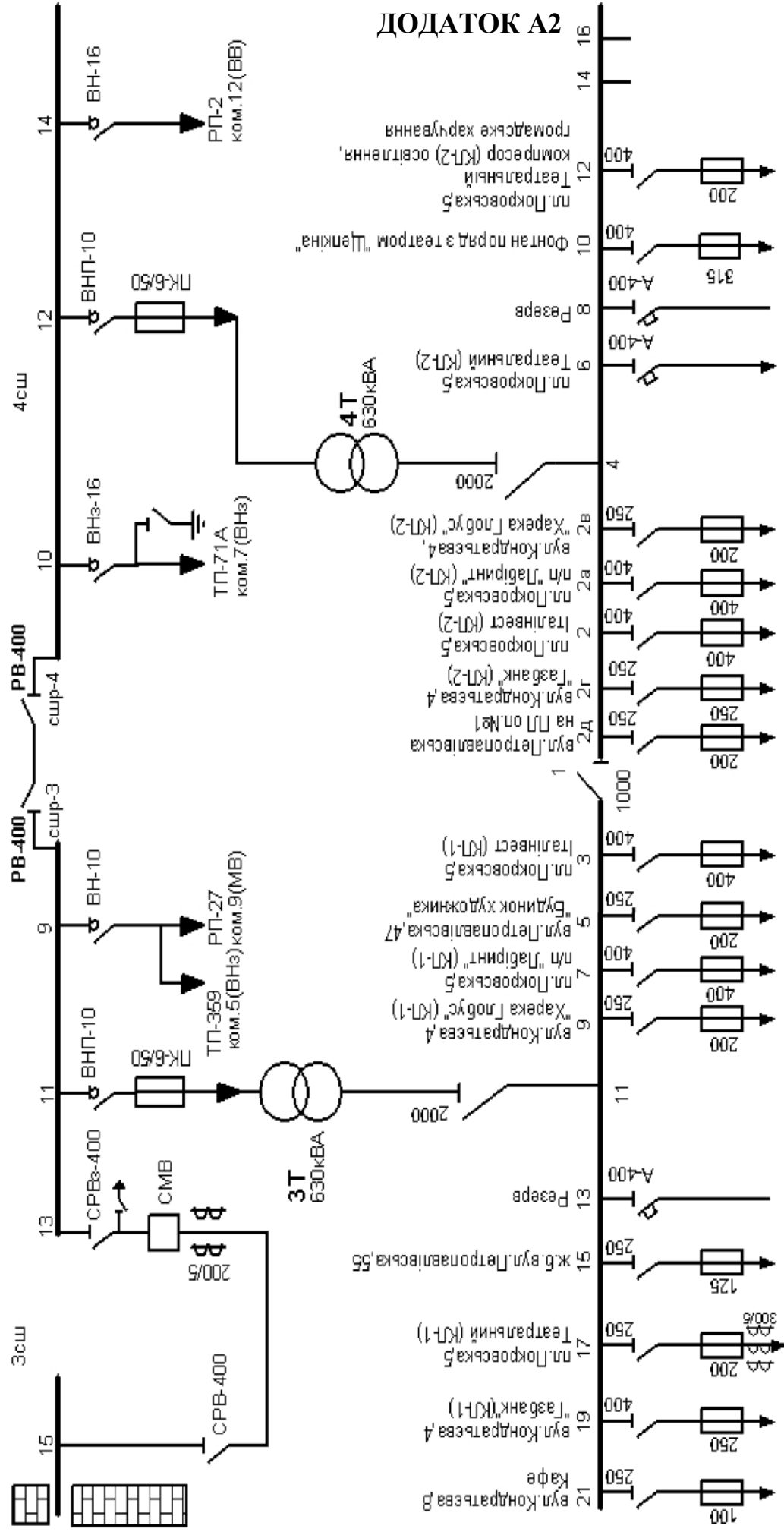
вул.Першотравнева,6  
Тур фірма "Супутник"

Спроб. № \_\_\_\_\_

Взам. инв. № \_\_\_\_\_ Инв. № дубл. \_\_\_\_\_ Подп. и дата \_\_\_\_\_

Инв. № подл. \_\_\_\_\_ Подп. и дата \_\_\_\_\_

МП 3.8.141.120 Е7



ДОДАТОК А2

МП 3.8.141.120 ГУ

Изм./Лист	№ док.м.	Подп.	Дата
Разраб.	Зайка В.С.		
Проб.	Воложн. В.В.		
Г. контр.			
Н.контр.	Нижноров М.А.		
Читб.	Лебедиский Г.Г.		
Лист	Масса	Лист	Листов
У		1	1
Схема електричних з'єднань підстанції 359/2			
СумДУ, ЕТ.м - 91			

Инв. № подл.

Взам. инв. №

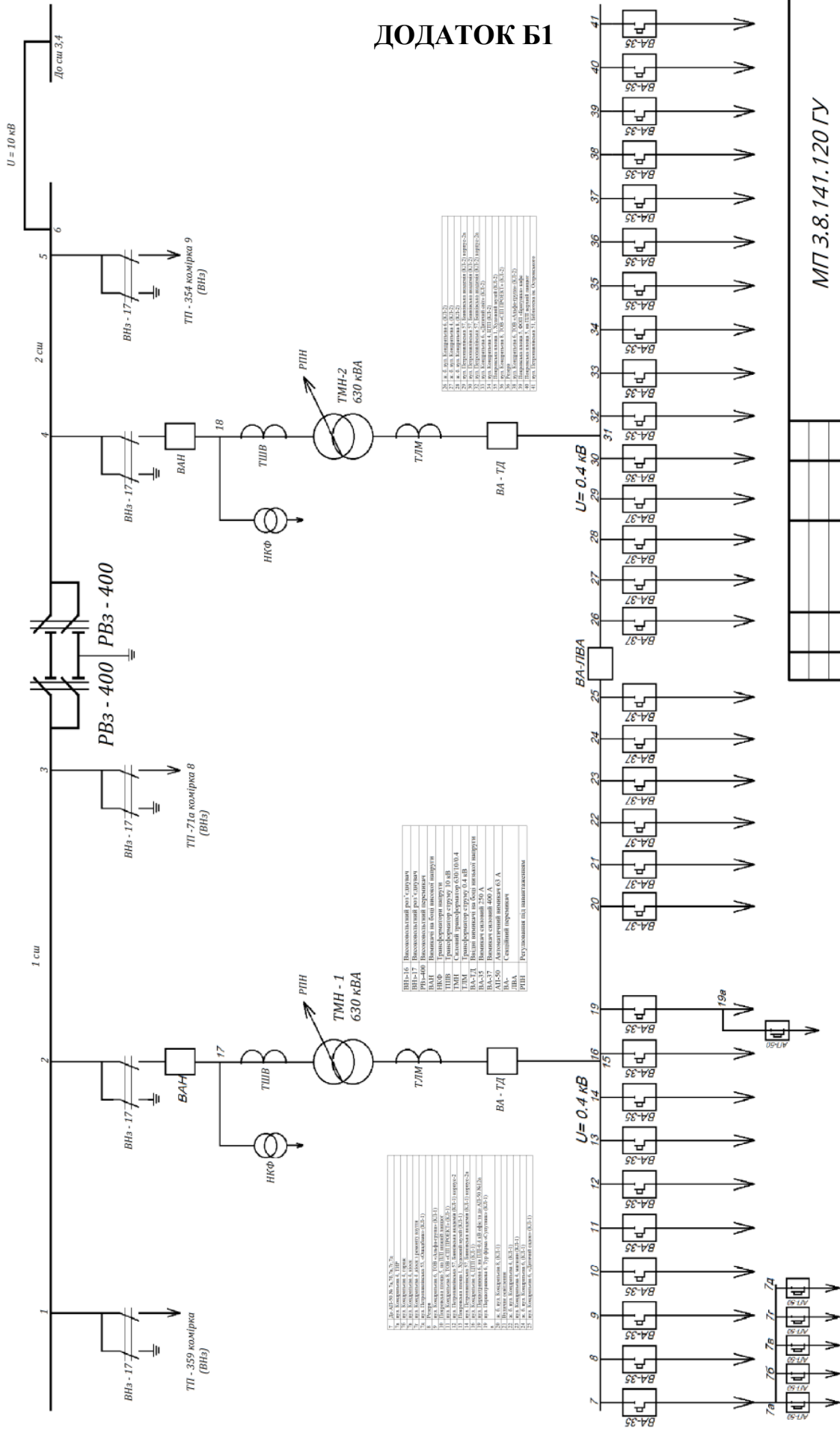
Инв. № дюд.

Спроб. №

Перв. примен.

МП 3.8.141.120 Е7

# ДОДАТОК Б1



- ВН-16 Високосвольтний роз'єднувач
- ВН-17 Високосвольтний роз'єднувач
- ВАН Вантажівник на болі високовольтного
- НКФ Трансформатор виправлення
- ТМН Трансформатор потужності
- ТМН-1 Трансформатор потужності 630/0,4 кВ
- ТМН-2 Трансформатор потужності 630/0,4 кВ
- ТЛМ Трансформатор потужності 630/0,4 кВ
- ВА-ТД Вантажівник потужності 630 А
- ЛПА Розрядник
- РПН Розподільник потужності

- ВН-16 Високосвольтний роз'єднувач
- ВН-17 Високосвольтний роз'єднувач
- ВАН Вантажівник на болі високовольтного
- НКФ Трансформатор виправлення
- ТМН Трансформатор потужності
- ТМН-1 Трансформатор потужності 630/0,4 кВ
- ТМН-2 Трансформатор потужності 630/0,4 кВ
- ТЛМ Трансформатор потужності 630/0,4 кВ
- ВА-ТД Вантажівник потужності 630 А
- ЛПА Розрядник
- РПН Розподільник потужності

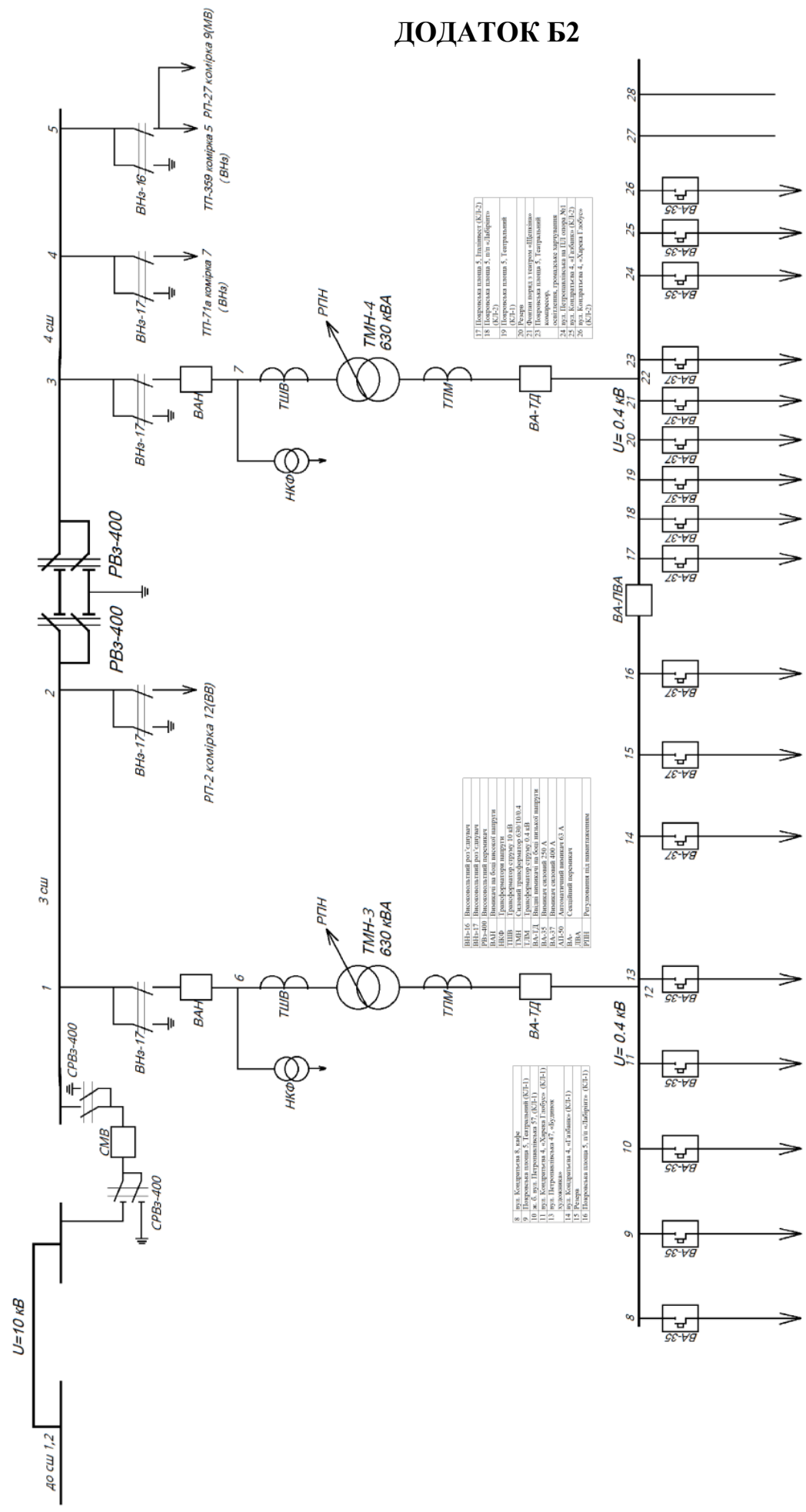
МП 3.8.141.120 ГУ

Модернізована схема електричних з'єднань підстанції 359/1

Лист	Масштаб
У	
Лист	Листов 1
СумДУ, ЕТ.М - 91	
Формат	A1

Изм. Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разработ.	Зайка В.С.		
Проб.	Волохин В.В.		
Т.Контр.			
Н.Контр.	Никифоров М.А.		
Утв.	Лебединский Л.Г.		

**МП 3.8.141.120 Е7**



**ДОДАТОК Б2**

**МП 3.8.141.120 ГУ**

Изм/Лист	№ док.и	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Разраб.	Зайка В.С.			У	
Проб.	Волохин В.В.			Лист	Листов 1
Т.контр.					
Н.контр.	Никифоров М.А.				СумДУ, ЕТ.м - 91
Утв.	Льбединський І.П.				Формат А1

Модернізована схема електричних з'єднань підстанції 359/2



## ДОДАТОК В

до "Положення про відривні талони у посвідченнях з перевірки знань"

Таблиця 22. Перелік порушень, за які повинно бути вилучені талони

№ п/п	Перелік порушень	Особи, у яких повинно бути вилучено талони
<b>Талон №1</b>		
1.	За недостатній інструктаж на робочому місці.	Допускач, керівник робіт, наглядач
2.	Зберігання чи перевезення засобів захисту, інструменту, такелажу та пристосувань в умовах, що не забезпечують їх справності чи придатності до застосування.	Особа, відповідальна за засоби захисту, порушник.
3.	Несвоєчасне ведення записів та внесення змін оперативного стану обладнання в оперативний журнал.	Диспетчер, черговий ПС.
4.	Не проведення протиаварійних та протипожежних тренувань.	Відповідальна особа.
5.	За допуск до роботи з простроченим терміном перевірки знань чи проходження медогляду.	Допускач, керівник робіт, порушник.
6.	Порушення вимог правил по організації робіт з використанням автопідйомників та вантажно - підймальних кранів.	Відповідальна особа, порушник.

Продовження таблиці №22

7.	Застосування в роботі несправного слюсарного інструменту, інвентарю та шанцевого інструменту.	Керівник робіт, порушник.
8.	Порушення вимог інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки під час виконання конкретної роботи.	Порушник.
9.	Відсутність чи ведення з порушенням вимог нормативних актів, журналів обліку захисних засобів, такелажу, слюсарно-монтажного інструменту, електроінструменту, первинних засобів пожежогасіння, випробування засобів захисту, випробування електроінструменту та оперативної документації.	Відповідальна особа.
10.	Відсутність необхідних технологічних (електричних ) схем, креслень, карт, інструкцій, положень. Несвоєчасне опрацювання їх з підпорядкованим персоналом та несвоєчасне внесення змін до цих документів.	Головний інженер РЕМ, відповідальна особа.
11.	Відсутність диспетчерських найменувань на устаткуванні ПС, ПЛ, КЛ, збірках та ЩО, засобах РЗА та зв'язку.	Відповідальна особа.

Продовження таблиці №22

12.	Несвоєчасне прибирання горючих відходів, розлитих легкозаймистих речовин та утримання територій та охоронних зон в пожежонебезпечному стані (наявність сухої трави, промащеного ґрунту, бруду).	Відповідальна особа, порушник.
13.	Невиконання обов'язків черговим персоналом у частині приведення у відповідність оперативної схеми (мнемосхеми) до реального стану устаткування, обліку допущених до роботи бригад, установлених заземлень.	Черговий диспетчер, черговий ПС.
14.	Куріння на робочому місці під час виконання робіт.	Порушник.
15.	Порушення вимог розділу №4 "Проведення записів на засоби реєстрації оперативних переговорів ""Інструкції по веденню оперативно-технічної документації".	Черговий диспетчер
16.	Відсутність первинних засобів гасіння пожежі, порушення вимог щодо їх утримання.	Керівник підрозділу, відповідальна особа та порушник.
<b>Талон №2</b>		
1.	Невжиття заходів для попередження помилкового включення комутаційних апаратів, якими можна подати напругу до місця роботи.	Порушник.

Продовження таблиці №22

<p>2.</p>	<p>Неякісне прийняття зміни черговими працівниками (незнання стану обладнання, відхилень від схеми нормального режиму, відсутність оперативної документації згідно затверджених переліків або її невідповідність дійсному стану мереж, невідповідність кількості захисних засобів, інструменту, приладів та пристосувань затвердженим перелікам та відсутність записів в оперативному журналі по цих недоліках ).</p>	<p>Оперативний та оперативно-виробничий персонал.</p>
<p>3.</p>	<p>Робота за простроченим нарядом-допуском, розпорядженням або без надання оперативної заявки, відсутність підписів, не заповнення всіх рядків чи граф наряду-допуску, оформлення наряду-допуску та розпорядження з порушенням вимог нормативних актів.</p>	<p>Майстер, черговий диспетчер, керівник робіт, «допускач», наглядач.</p>
<p>4.</p>	<p>Порушення обсягів та послідовності виконання організаційних, технічних заходів та оперативних перемикань передбачених нормативними документами.</p>	<p>Порушник.</p>
<p>5.</p>	<p>Робота без оформлення наряду на проведення вогневих робіт у тимчасових місцях, або за нарядом-допуском без зазначення достатніх заходів пожежної безпеки.</p>	<p>Відповідальна особа, порушник.</p>

Продовження таблиці №22

6.	Застосування в роботі несправних або з простроченими термінами випробувань засобів захисту, електроінструменту, пристосувань, механізмів.	Відповідальна особа, керівник робіт, порушник.
7.	Застосування відкритого вогню на територіях, в приміщеннях, будівлях, спорудах, ВРУ, ЗРУ, ЗТП, і т. д., крім виконання робіт згідно технологічного процесу.	Порушник.
<b>Талон №3</b>		
1.	Самовільне виконання робіт або розширення робочого місця.	Порушник.
2.	Виконання роботи без накладення заземлень або з недостатньою кількістю заземлень, передбачених ПБЕЕ та нарядом-допуском.	Порушник.
3.	Знаходження працюючих в стані алкогольного та наркотичного сп'яніння.	Порушник
4.	Не передбачення достатніх заходів безпеки в наряді-допуску та виконання робіт в цих умовах.	Порушник.
5.	Відсутність нагляду за працюючими з боку керівника робіт або наглядача.	Керівник робіт або наглядач.
6.	Робота на висоті чи з робочої платформи автовишки без запобіжного пояса.	Керівник робіт, порушник.

Продовження таблиці №22

7.	Не проведення цільового інструктажу при проведенні робіт.	Порушник.
8.	Робота із застосуванням вантажо-підіймальних механізмів та підйомників без встановлення їх на виносні опори, без фіксації стопорними пальцями чи без заземлення механізмів на ПС і в охоронних зонах ПЛ якщо друга ПЛ під напругою і знаходиться на відстані менш ніж 30м..	Відповідальна особа, порушник.
9.	Перевезення людей на робочій платформі пересувного підйомника.	Відповідальна особа, порушник.

Примітки:

1. У разі виявлення порушення, за яке необхідно вилучити відповідний талон, який було вилучено раніше, вилучається талон з більшим порядковим номером.

2. За два або більше порушень, що підлягають під вилучення талону №1 вилучається талон №2.

3. За два або більше порушень, що підлягають під вилучення талону №2 вилучається талон №3.

4. За вилучений талон №3, по рішення штабу з профілактики виробничого травматизму, в підрозділі де допущене порушення, можуть вводиться особливі умови виконання робіт.

## ДОДАТОК Г

до "Положення про відривні талони у посвідченнях з перевірки знань"

Талон № 1 вилучений " ____ " ____ 200 ____ р.  за _____	<b>Талон №1</b> До посвідчення № _____ Прізвище І.Б. <b>1</b> _____ Посада _____ _____ Підрозділ _____ _____ Вилучений " ____ " ____ ____ 200 ____ р. За _____ _____ _____ _____ Посада, П.І.Б. _____ _____ підпис _____ _____  Талон передається до служби охорони праці
---	--

Рис. 8.1. Талон № 1

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Талон № 2 вилучений “ ___ ” _____ 200 р.</p> <p>за _____</p>	<p style="text-align: center;"><b>Талон №2</b></p> <p style="text-align: center;">До посвідчення № _____</p> <p style="text-align: center;">Прізвище І.Б. _____</p> <p>Посада _____</p> <p>Підрозділ _____</p> <p>—</p> <p>Вилучений “ ___ ” _____ 200_ р.</p> <p>За _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Посада, П.І.Б. _____</p> <p>_____</p> <p>підпис _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Талон передається до служби охорони праці</p>
---	---

Рис. 8.1. Талон № 2



<p style="font-size: 2em; color: red;">3</p>	<p><b>Талон №3</b></p> <p>До посвідчення № _____</p> <p>Прізвище І.Б. _____</p> <p>Посада _____</p> <p>Підрозділ _____</p> <p>Вилучений “ _____ ” _____ 200_ р.</p> <p>За _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Посада, П.І.Б. _____</p> <p>_____</p> <p>підпис _____</p> <p>_____</p> <p>Талон передається до служби охорони праці</p>
<p>Талон № 3 вилучений “ _____ ” _____ 200 р.</p> <p>за _____</p>	

Рис. 8.1. Талон № 3

**Примітка:** Цифрові означення талонів підтверджуються кольоровими цифровими знаками: 1 - зелений, 2 - синій, 3 - червоний.