

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Центр заочної, вечірньої та дистанційної форми навчання  
Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту

Зав. кафедри електроенергетики

\_\_\_\_\_ Лебединський І.Л.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**Тема: “Розрахунок системи електропостачання мспоживачів населеного пункту проводами марки СШ”**

**Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**Освітня програма Електротехнічні системи електроспоживання**

Виконав студент гр. ЕТдн-61п

Бойко Д.С.

Керівник, старший викладач

Єфімов Г.П.

Кваліфікаційна робота

Захищена на засіданні ДЕК

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 г

Голова ДЕК

Горбуль В.Ю.

## ЗАВДАННЯ

### на кваліфікаційну роботу бакалавра

#### Бойка Дмитра Сергійовича

Тема роботи: “Розрахунок системи електропостачання мспоживачів населеного пункту проводами марки СІП”

1 затверджено наказом по університету № \_\_\_\_\_ від

\_\_\_\_\_ 2 Термін здачі студентом завершеної роботи

3 Вихідні дані до роботи задана схема електричної мережі, споживачі мережі, їх потужність і категорія

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

Вступ

1. Характеристика населеного пункту
2. Вибір електричних навантажень по населеному пункту
3. Вибір місця встановлення ТП 10/0,4 кВ та їх потужності
4. Електричний розрахунок проводів мережі 0,38 кВ підстанцій
5. Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення
6. Конструктивне виконання мережі 380/220 В
7. Розрахунок струмів 3-х фазного і однофазного короткого замикання
8. Перевірка ліній за умовами пуску електродвигунів
9. Грозазахист ТП 10/0,4 кВ та ПЛ-0,38 кВ
- 10 Розрахунок заземлення ТП 10/0,4 кВ
11. Вибір апаратури ТП 10/0,4 кВ
12. Охорона праці

5 Список графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

– схема мережі 0,38 кВ;

– електрична схема підстанції 10/0,4 кВ.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунок електричної мережі 0,38 кВ	27.04.-10.05.2020	
2	Розрахунок струмів короткого замикання	11.05.-18.05.2020	
3	Вибір апаратури 10 та 0,38 кВ	19.05.-25.05.2020	
4	Охорона праці.	26.05.-01.06.2020	
5	Оформлення роботи	02.06.-7.06.2020	

Студент гр ЕТдн-61п \_\_\_\_\_

Бойко Д.С.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Єфімов Г.П.

## РЕФЕРАТ

с. 77, Рис. 14, табл. 22, кресл. 2.

Бібліографічний опис: “Розрахунок системи електропостачання мспоживачів населеного пункту проводами марки СІП” [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра; спеціальність 141 – “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”; Освітня програма Електротехнічні системи електроспоживання / Бойко Д.С.; керівник Г.П. Єфімов. - Суми: СумДУ, 2020. - 77 с.

**Ключові слова:** електрична мережа, споживач, категорія, потужність, трансформатор, ПЛ, провід СІП, опір, напруга, схема заміщення, , вимикач, роз'єднувач, трансформатор струму, трифазне коротке замикання, грозозахист, втрати напруги в мережі, дизельна електростанція.  
электрическая сеть, потребитель, категория, мощность, трансформатор, ВЛ , провід СИП,сопротивление,напряжение,схема замещения, выключатель, разъединитель,трансформатор тока, трехфазное короткое замыкани, потери напряженияв сети, дизельная электростанция.  
electric network, consumer, category, power, transformer, power line, wire, resistance, voltage, equivalent circuit, flow distribution, switch, disconnecter, current transformer, voltage transformer, three-phase short circuit, transformer differential current protection, power loss in the network.

**Короткий огляд** – Розрахунок електричної мережі 0,38 кВ із заміною проводів ПЛ на ізольовані самонесучі марки СІП. Розрахунок струмів короткого замикання. Розрахунок електричної частини підстанції. Розрахунок захисту ПЛ 0,38 кВ та силового трансформатора 10/0,4 кВ. Аналіз втрат напруги в мережах і заходи щодо їх зменшення

## Перелік прийнятих скорочень

ТП – трансформаторна підстанція  
ПЛ – повітряна лінія  
ВН – вища напруга напруга  
НН – низька напруга  
РМ – розподільні мережі  
ТС – трансформатор струму  
ТН – трансформатор напруги  
КЗ – коротке замикання  
РП – розподільний пристрій  
СКЗ – струм короткого замикання  
ПУЕ – правила улаштування електроустановок  
СП- самонесучий ізолюваний провід

	<b>Зміст</b>	5
	Вступ	6
1	Загальна частина	8
1.1	Характеристика населеного пункту	8
.2	Основна частина	9
2.1	Підрахунок електричних навантажень по населеному пункту	9
2.2	Вибір місця встановлення ТП10/0,4кВ та їх потужності	12
3.	Електричний розрахунок проводів	18
3.1	Визначення допустимої втрати напруги в мережі 0,38 кВ	18
3.2	Розрахунок ПЛ 10 кВ	21
3.3	Розрахунок ПЛ 0,38 кВ	26
4.	Конструкційне виконання ПЛ 0,38 кВ	47
5.	Розрахунок струмів коротких замикань	53
5.1	Розрахунок струмів коротких замикань ліній 35 та 10 кВ	53
5.2	Розрахунок струмів коротких замикань ліній 0,38 кВ	58
6.	Розрахунок заземлення ТП 10/0,4 кВ	68
7.	Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища	71
	Висновки	73
	Список літератури	74
	Додатки	76

					<i>БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Бойко Д.С..</i>			Розрахунок системи електропостачання споживачів населеного пункту проводами марки СПП	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Ефімов Г.П.</i>					5	77
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУгр.ЕТдн-61п</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединский И</i>						



## Вступ

Електроенергетика – галузь промисловості, яка забезпечує електрифікацію господарства та побутові потреби населення на основі виробництва й розподілу електроенергії. Електроенергетика посідає провідне місце в енергетиці країни. Вона є матеріальною основою науково-технічного прогресу, зростання продуктивності праці в усіх галузях суспільного виробництва. Як галузь промисловості електроенергетика включає тепло-, гідро-, атомні електростанції та електростанції на так званих альтернативних (відновних) джерелах енергії (вітрові, сонячні), електричні та теплові мережі.

Усі електростанції України об'єднано в енергосистему за допомогою ліній електропередач. Це дозволяє забезпечувати безперебійне постачання електроенергії до споживачів, почергово відключати електростанції для ремонту. Енергосистема України складається з регіональних (обласних) підрозділів.

Важливими напрямками розвитку електроенергетики є освоєння нетрадиційних видів енергії (вітрової, сонячної та ін.), збільшення потужності атомних станцій (із врахуванням екологічного чинника), створення власного замкнутого циклу виробництва палива для АЕС, технічне переобладнання ТЕС.

Україна має перспективи у використанні енергії вітру і сонця для виробництва електроенергії.

В останні роки енергія вітру все ширше використовується для одержання електроенергії. Створюються вітряки великої потужності і встановлюються на місцевості, де дмуть часті й сильні вітри. Кількість і якість таких двигунів зростає щорічно, налагоджене серійне виробництво.

Розвиток в Україні обумовлений наявністю великого технічно доступного потенціалу енергії вітру на території України. Вітроенергетика - це значною мірою екологічно чисте виробництво.

- Затока Азовського Сивашу - площа акваторії 2700 км<sup>2</sup>. Це потенційна можливість розмістити ВЕС (до 135 тис. МВт);  
- Одеська область (до 20 тис. МВт)

Існує чимало переваг розвитку вітроенергетики, включаючи екологічні, економічні та практичні. Сумарна кінетична енергія вітру в світі може бути приблизно оцінена як у 80 разів вища від сумарного енергоспоживання людиною! І хоча для енергетичних потреб може бути використана лише певна частка від цього загального показника, майбутній розвиток самої технології має величезний потенціал.

Економічні переваги — енергія вітру доступна практично в будь-якій країні і не залежить від коливання цін на викопне паливо, запаси якого невинно скорочуються. За останні десятиріччя вартість вітроустановок, витрати на їх встановлення та обслуговування значно знизилися. В майбутньому ці витрати продовжуватимуть зменшуватися. Встановити невелику вітроелект-

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ



роустановку можуть дозволити собі навіть кінцеві споживачі, особливо в тих країнах, де існують дотації та пільги на розвиток вітроенергетики.

Серед переваг сонячної енергії — її вічність і виняткова екологічна чистота. Сонячна енергія надходить на всю поверхню Землі, лише полярні райони планети страждають від її нестачі. Тобто, практично на всій земній кулі лише хмари та ніч заважають користуватися нею постійно. Така загальнодоступність робить цей вид енергії неможливим для монополізації, на відміну від нафти і газу. Звичайно, вартість 1 кВт • год. сонячної енергії значно вища, ніж отримана традиційним методом. Лише п'ята частина сонячного світла перетворюється в електричний струм, але ця частка дедалі зростає завдяки зусиллям учених та інженерів світу.

В Україні річне надходження сонячного випромінювання складає 3500-5200 МДж/м що знаходиться на одному рівні з країнами, які активно використовують сонячні колектори (США, Німеччина, Швеція та ін.). Вся територія України придатна для розвитку сонячного теплопостачання. Сезонний період, коли використання сонячної енергії, реальне для України, становить квітень-вересень, а для південних районів - березень-жовтень.

Енергія сонячної радіації за рік, що досягає поверхні Землі у великих містах України, має значення:

- Одеса - 4,8 ГДж/м<sup>2</sup>;
- Донецьк - 4,44 ГДж/м<sup>2</sup>;
- Київ - 4,12 ГДж/м<sup>2</sup>;
- Суми - 3,89 ГДж/м<sup>2</sup>;
- Львів - 3,85 ГДж/м<sup>2</sup>.

Чому в Україні мало використовують енергію Сонця?

В Україні, використання енергії Сонця ускладнюється наявністю наступних проблем:

1. Висока вартість перетвореної сонячної енергії, яка доки не може конкурувати за ціною з традиційними її джерелами, а також довгий термін окупності самого устаткування, інколи порівнянний із заявленим терміном служби самого устаткування.
2. Низька інформованість громадськості про технології сонячної енергії і можливості її використання в українських умовах.
3. Відсутність реальної державної підтримки сектора поновлюваної енергетики у вигляді пільг і субсидій, а також спеціальних кредитів.
4. Ринок геліоенергетичного устаткування налічує всього декілька вітчизняних компанії-виробників ефективних, надійних і довговічних геліо-систем

Україна має перспективи у використанні енергії вітру і сонця для виробництва електроенергії.

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## 1. Загальна частина

### 1.1. Характеристика населеного пункту.

Об'єкт проектування – с.Гужівка Ічнянського району Чернігівської області. Даний об'єкт розташований в південно-східній частині області. Відстань до Київської траси 48,5 км і 50,6 км, в селі є залізнична станція.

Населений пункт Гужівка відносить до 2 кліматичного району по ожеледиці, із помірно-континентальним кліматом. Середньорічна температура +10,8 °С. Кількість атмосферних опадів складає 354-370 мм. Вологість повітря в літку – 76%, в зимовий період – 71%. Взимку висота сніжного покриву складає 137 мм, а промерзання ґрунту 1 м. Питомий опір ґрунту в с.Гужівка становить 260 Ом\*м. с.Гужівка знаходиться в I кліматичному районі по вітру. Згідно статистичним даним в селі переважають вітри південно-західного напрямку. Швидкість вітру в середньому складає 4-6 м/с. Число грозових годин на рік в даній місцевості становить 56.

Живлення населеного пункту здійснюється від Ічнянської РТП 110/35/10 кВ по ПЛ-10 кВ. Напрямок живлення населеного пункту – західний. Всі споживачі відносяться до 2 категорії надійності. В населеному пункті є такі споживачі: 127 жилих будинків, адміністративне приміщення (АП), клуб, школа, дитячий садок, фельдшерсько акустичний пункт (ФАП), магазин, їдальня, баня, ветпункт, хлібопекарня, гараж, майстерня, столярня, пилорама, корівник, телятник, свинарник, млин, молокопереробний цех, картоплесховище, зерносховище, механізований склад, фуражний сарай. Споживання електроенергії жителями складає 750 кВт.

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Основна частина

### 2.1. Підрахунок електричних навантажень по населеному пункту

Вибір електричних навантажень проводимо по [2 с.13]

Розрахунок електричних навантажень на вводі для номерних приміщень вибираємо з [2 с.13] та заносимо в таблицю 2.1.1

Розраховуємо навантаження на вводі в один жилий будинок вибираємо в залежності від існуючого споживання електроенергії на одну квартиру в рік та перспективи проектування, яку приймаємо 5 років, по розрахунковий період буде 7 років. По номограмі [2 с.8] знаходимо розрахункове навантаження на вводі в будинок:

$$P_{p16} = 1,8 \text{ кВт}$$

1) По розрахунковому навантаженню знаходимо денне та вечірнє навантаження на вводі в один будинок

$$P_{д16} = P_{p16} \cdot K_{д} = 1,8 \cdot 0,35 = 0,63 \text{ кВт}$$

$$P_{в16} = P_{p16} \cdot K_{в} = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{ кВт}$$

де  $K_{д}$  і  $K_{в}$  – коефіцієнт участі жилих будинків у денному і вечірньому навантаженні [2 с.8]

$$K_{д} = 0,3 \dots 0,4$$

$$K_{в} = 1$$

2) Знаходимо загальне денне та вечірнє навантаження 127 будинків

$$P_{д1276} = P_{д16} \cdot n \cdot K_0$$

$$P_{в1276} = P_{в16} \cdot n \cdot K_0$$

де  $P_{д1276}$  і  $P_{в1276}$  – денне та вечірнє навантаження в 1 будинку

$n$  – кількість жилих будинків

$K_0$  – коефіцієнт одночасності [1 с.118]

$$K_0 = 0,25$$

$$P_{д1276} = 0,63 \cdot 127 \cdot 0,25 = 20 \text{ кВт}$$

$$P_{в1276} = 1,8 \cdot 127 \cdot 0,25 = 57,15 \text{ кВт}$$

3) Знаходимо сумарне  $P_{д}$  і  $P_{в}$  населеного пункту

$$\begin{aligned} \sum P_{д н.п.} &= P_{д мпц}^{max} + \Delta P_{д ж.б.} + \Delta P_{д а.п.} + \Delta P_{д клуб.} + \Delta P_{д шк.} + \Delta P_{д д.с.} + \Delta P_{д фап} \\ &+ \Delta P_{д маг.} + \Delta P_{д їдальня} + \Delta P_{д баня} + \Delta P_{д вет.} + \Delta P_{д хліб} + \Delta P_{д гараж} \\ &+ \Delta P_{д майстерня} + \Delta P_{д солярня} + \Delta P_{д пил} + \Delta P_{д зерно} + \Delta P_{д картопля} \\ &+ \Delta P_{д фур.сарай} + \Delta P_{д мех.склад} + \Delta P_{д корівник} + \Delta P_{д телятник} + \Delta P_{д млин} \\ &+ \Delta P_{д свинарник} = \\ &= +12,5 + 9,2 + 1,8 + 3 + 11,2 + 2,4 + 1,2 + 22,8 + 4,2 + 0,6 \\ &+ 3 + 12,5 + 9,2 + 9,2 + 14,4 + 12,5 + 3 + 9,2 + 15,7 + 10,5 + 3 \\ &+ 3 + 1,2 = 220,3 \text{ кВт} \end{aligned}$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

$$\begin{aligned}
\sum P_{\text{в н.п.}} &= P_{\text{в ж.б.}}^{\text{max}} + \Delta P_{\text{в а.п.}} + \Delta P_{\text{в ключю}} + \Delta P_{\text{в шк.}} + \Delta P_{\text{в д.с.}} + \Delta P_{\text{в фап}} \\
&+ \Delta P_{\text{в маг.}} + \Delta P_{\text{в їдальня}} + \Delta P_{\text{в баня}} + \Delta P_{\text{в вет.}} + \Delta P_{\text{в хліб}} + \Delta P_{\text{в гараж}} \\
&+ \Delta P_{\text{в майстерня}} + \Delta P_{\text{в столярня}} + \Delta P_{\text{в пил}} + \Delta P_{\text{в зерно}} + \Delta P_{\text{в картопля}} \\
&+ \Delta P_{\text{в мпц}} + \Delta P_{\text{в фур.сарай}} + \Delta P_{\text{в мех.склад}} + \Delta P_{\text{в корівник}} + \Delta P_{\text{в телятник}} \\
&+ \Delta P_{\text{в млин}} + \Delta P_{\text{в свинарник}} = \\
&= 57,15 + 4,8 + 6 + 1,2 + 7,3 + 2,4 + 2,4 + 9,2 + 4,2 + 0,6 + 3 \\
&+ 6 + 3 + 0,6 + 1,2 + 6 + 1,2 + 30,2 + 0,6 + 0,6 + 10,5 + 4,8 \\
&+ 0,6 + 1,2 = 164,75 \text{ кВт}
\end{aligned}$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1.1. Вибір електричних навантажень споживачів

Назва	Кількість	Навантаження на вводі		$K_0$	Розрахункове навантаження		Потужність двигуна
		$P_{Д'}$ , кВт	$P_{В'}$ , кВт		$P_{Д'}$ , кВт	$P_{В'}$ , кВт	
Жилі будинки	127	0,63	1,8	0,25	20	57,15	
Адміністративне приміщення на 15-20	1	15	8	1	15	8	
Клуб на 160-200	1	3	10	1	3	10	
Школа на 50	1	5	2	1	5	2	
Дитячий садок на 50	1	18	12	1	18	12	
ФАП	1	4	4	1	4	4	
Магазин на 2	1	2	4	1	2	4	
Їдальня на 50	1	35	15	1	35	15	
Баня на 10	1	7	7	1	7	7	
Ветпункт	1	1	1	1	1	1	
Хлібопекарня	1	5	5	1	5	5	
Гараж	1	20	10	1	20	10	
Майстерня	1	15	5	1	15	5	
Столярня	1	15	1	1	15	1	
Пилорама	1	23	2	1	23	2	30
Зернохосвище	1	20	10	1	20	10	
Картоплесхосвище	1	5	2	1	5	2	
Молоко переробний цех	1	45	45	1	45	45	
Фуражний сарай	1	15	1	1	15	1	
Механізований склад	1	25	1	1	25	1	
Корівник	1	17	17	1	17	17	
Телятник	1	5	8	1	5	8	
Млин	1	5	1	1	5	1	
Свинарник	1	2	2	1	2	2	
Всього	150				220,3	164,75	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Арк.

11

## 2.2. Вибір місця встановлення ТП-10/0,4 кВ та її потужності

Місце встановлення ТП-10/0,4 кВ на плані населеного пункту вибираємо так, щоб ТП знаходилось в центрі електричних навантажень не заважало руху пішоходів та транспорту. Наближення ТП до будівель не повинне перевищувати допустимі межі (ПВЕ). Трансформаторну підстанцію розміщуємо так, щоб до неї було зручно здійснити підхід лінії 10 кВ та вихід лінії 0,38 кВ.

Вибравши місце встановлення ТП на плані населеного пункту, позначаємо його та проводимо відхід ліній 0,38 кВ, так, щоб були задіяні всі автоматичні вимикачі. Тому на лінії 2 розміщуємо самий потужний споживач так, як автоматичний вимикач цієї лінії має найбільший струм розчіплювала. На лінії 3 розміщуємо приміщення з трохи меншою потужністю ніж на лінії 2, так як автоматичний вимикач має трохи меншу вставку по струму. Найменшу вставку по струму має лінія 1. Лінії 0,38 кВ між собою не повинні перетинатися. Перетин лінії 10 кВ та 0,38 кВ допускається.

Ведемо розрахунок лінії 1 ТП-1 10/0,4 кВ

Визначаємо денне та вечірнє навантаження жилих будинків на ТП-1, лінії 1:

$$P_{д526} = P_{д16} \cdot n \cdot K_0 = 0.63 \cdot 52 \cdot 0.3 = 9.83 \text{ кВт}$$

$$P_{в526} = P_{в16} \cdot n \cdot K_0 = 1,8 \cdot 52 \cdot 0,3 = 28,08 \text{ кВт}$$

Визначаємо загальне денне та вечірнє навантаження на ТП-1, лінії 1:

$$\begin{aligned} \sum P_{дл-1} &= P_{да.п.}^{max} + \Delta P_{дж.б.} + \Delta P_{дхліб.} + \Delta P_{дмаг.} + \Delta P_{двет.} + \Delta P_{дшк.} \\ &= 15 + 5,9 + 3 + 2,4 + 0,6 + 1,2 = 28,1 \text{ кВт} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum P_{вл-1} &= P_{вж.б.}^{max} + \Delta P_{вхліб.} + \Delta P_{вмаг.} + \Delta P_{ввет.} + \Delta P_{вшк.} + \Delta P_{ва.п.} \\ &= 28,08 + 3 + 2,4 + 0,6 + 1,2 + 4,8 = 40,08 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Визначаємо розрахунковий струм лінії

$$I_{рл-1} = \frac{\sum P_{л-1}^{max}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{40.08}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.8} = 76.12 \text{ А}$$

де  $\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності в максимальному навантаженні [1 с.119]

Визначаємо потужність вуличного освітлення на ТП-1, лінії 1

$$P_{в.о.л-1} = 250 \cdot n + 3l = 250 \cdot 5 + 3 \cdot 1411 = 5483 \text{ Вт} = 5,48 \text{ кВт}$$

де  $n$  – кількість номерних приміщень на лінії;

$l$  – довжина лінії, м.

Аналогічно проводимо розрахунок для лінії 2, лінії 3 та дані розрахунків зводимо до таблиці 2.2.1 РПЗ.

Визначаємо загальне денне та вечірнє навантаження трансформаторної підстанції

$$\sum P_{дТП} = \Delta P_{дл-1} + P_{дл-2}^{max} + \Delta P_{дл-3} = 17,8 + 67,9 + 33,2 = 118,9 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{вТП} = P_{вл-3}^{max} + P_{вл-2} + P_{вл-1} = 43,09 + 27,9 + 26,5 = 97,49 \text{ кВт}$$

Визначаємо повну розрахункову потужність силового трансформатора

$$S_{рТП} = \frac{\sum P_{ТП}^{max}}{\cos \varphi} = \frac{118}{0.83} = 174,7 \text{ А}$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо стандартне значення потужності силового трансформатора із інтервалом економічних навантажень

$$S_{e.n.n.} < S_{p.TП} < S_{e.v.e.}$$

$$134 < 174,7 < 240$$

Приймаємо трансформатор потужністю  $S_H = 160$  кВА.

Автоматичні вимикачі приймаємо А3716

Ведемо розрахунок лінії 3 ТП-2 10/0,4 кВ

1) Визначаємо загальне денне та вечірнє навантаження на ТП-2, лінії 3:

$$\sum P_{д.л-3} = P_{д.мех.склад}^{max} + \Delta P_{д.корівник} + \Delta P_{д.телятник} + \Delta P_{д.млин} + \Delta P_{д.свинарник} =$$

$$= 25 + 10,5 + 3 + 3 + 1,2 = 42,7 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{в.л-3} = P_{в.корівник}^{max} + \Delta P_{в.мех.склад} + \Delta P_{в.телятник} + \Delta P_{в.млин} + \Delta P_{в.свинарник} =$$

$$= 17 + 0,6 + 4,8 + 0,6 + 1,2 = 24,2 \text{ кВт}$$

2) Визначаємо розрахунковий струм лінії

$$I_{р.л-3} = \frac{\sum P_{л-3}^{max}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{42,7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 81,1 \text{ А}$$

де  $\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності в максимальному навантаженні [1 с.119]

3) Визначаємо потужність вуличного освітлення на ТП-1, лінії 1

$$P_{в.о.л-3} = 250 \cdot n + 3l = 250 \cdot 5 + 3 \cdot 970 = 4160 \text{ Вт} = 4,16 \text{ кВт}$$

де  $n$  – кількість номерних приміщень на лінії;

$l$  – довжина лінії, м.

Аналогічно проводимо розрахунок для лінії 1, лінії 2 та дані розрахунків зводимо до таблиці 2.2.2. РПЗ.

4) Визначаємо загальне денне та вечірнє навантаження трансформаторної підстанції

$$\sum P_{д.ТП} = \Delta P_{д.л-1} + P_{д.л-2}^{max} + \Delta P_{д.л-3} = 14,4 + 54,2 + 28,6 = 97,2 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{в.ТП} = P_{в.л-2}^{max} + P_{в.л-1} + P_{в.л-3} = 45,6 + 6,8 + 15,1 = 67,5 \text{ кВт}$$

5) Визначаємо повну розрахункову потужність силового трансформатора

$$S_{p.ТП} = \frac{\sum P_{ТП}^{max}}{\cos \varphi} = \frac{97,2}{0,83} = 117,1 \text{ кВА}$$

Вибираємо стандартне значення потужності силового трансформатора із інтервалом економічних навантажень

$$S_{e.n.n.} < S_{p.ТП} < S_{e.v.e.}$$

$$134 < 117,1 < 240$$

Приймаємо трансформатор потужністю  $S_H = 100$  кВА.

Автоматичні вимикачі на відхідних лініях приймаємо А3716

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 2.2.1 Вибір потужності ТП-10/0,4 кВ ТП-1

Назва	Кількість	Навантаження на ввіді		$K_0$	Розрахункове навантаження		$I_{р.л.}$ , А	Тип автомата та струм розчиплювача
		$P_d$ , кВт	$P_v$ , кВт		$P_d$ , кВт	$P_v$ , кВт		
Лінія 1								
Жилі будинки	52	0,63	1,8	0,3	9,83	28,08	76,12	А3716/80
Хлібопекарня	1	5	5	1	5	5		
Магазин	1	2	4	1	2	4		
Ветпункт	1	1	1	1	1	1		
Школа	1	5	2	1	5	2		
Адмін. приміщення	1	15	8	1	15	8		
Всього	57				28,1	40,08		
Вуличне освітлення						5,48		
Лінія 2								
Жилі будинки	42	0,63	1,8	0,32	8,47	24,19	128,95	А3716/160
Майстерня	1	15	5	1	15	5		
Баня	1	7	7	1	7	7		
Пилорама	1	23	2	1	23	2		
Їдальня	1	35	15	1	35	15		
Всього	46				67,9	41,79		
Вуличне освітлення						4,28		
Лінія 3								
Жилі будинки	33	0,63	1,8	0,35	7,28	20,79	93,06	А37116/100
ФАП	1	4	4	1	4	4		
Клуб	1	3	10	1	3	10		
Столярня	1	15	1	1	15	1		
Гараж	1	20	10	1	20	10		
Дитячий садок	1	18	12	1	18	12		
Всього	57				49	43,09		
Вуличне освітлення						5,48		
Всього на ТП					118,9	97,49		
Приймаємо ТП потужністю	$S_H = 160$ кВА							

					<i>БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Таблиця 2.2.2 Вибір потужності ТП-10/0,4 кВ ТП-2

Назва	Кількість	Навантаження на ввіді		$K_0$	Розрахункове навантаження		$I_{р.л}, A$	Тип автомата та струм розчиплювача
		$P_d, кВт$	$P_b, кВт$		$P_d, кВт$	$P_b, кВт$		
Лінія 1								
Зерносховище	1	20	10	1	20	10	43,68	А3716/40
Картопле-сховище	1	5	2	1	5	2		
Всього	2				23	11,2		
Вуличне освітлення						1,61		
Лінія 2								
Молоко переробний цех	1	45	45	1	45	45	102,93	А3716/100
Фуражний сарай	1	15	1	1	15	1		
Всього	2				54,2	45,6		
Вуличне освітлення						1,01		
Лінія 3								
Механізований склад	1	25	1	1	25	1	81,1	А 3716/80
Корівник	1	17	17	1	17	17		
Телятник	1	5	8	1	5	8		
Млин	1	5	1	1	5	1		
Свинарник	1	2	2	1	2	2		
Всього	5				42,7	24,2		
Вуличне освітлення						4,16		
Всього на ТП					97,2	67,6		
Приймаємо ТП потужністю	$S_H = 100 \text{ кВА}$							

					<i>БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

### 2.2.3 Паспортні данні силових трансформаторів ТП-10/0,4 кВ

Тип	Номинальна потужність, кВА	Напруги обмоток, кВ		Схема й групи з'єднання обмоток	Втрати, Вт		Напруга короткого замикання, $U_k$ , %	Струм короткого замикання $I_{xx}$ , %
		ВН	НН		Холостого ходу	Короткого замикання		
ТМГ	100	10	0,4	Y/Yн-0	270	1970	4,5/4,7	1,5
ТМГ	160	10	0,4	Y/Yн-0	410	2700	4,5	1,2

Конструктивні особливості трансформатора типу ТМГ

Трансформатори ТМГ виготовляються в герметичному виконанні, їх внутрішня ємність не поєднується з навколишнім середовищем. Вони повністю заповнені трансформаторним маслом.

Розширювач і повітряна або газова «подушка» відсутні.

Температурні зміни обсягу масла компенсуються пружною деформацією гофров бака трансформатора.

Контакт масла з навколишнім середовищем повністю відсутній.

Це значно покращує умови роботи масла, виключає його зволоження, окислення і шлакоутворення.

Трансформатори ТМГ практично не вимагають витрат на передпускові роботи і на обслуговування в експлуатації, не потребують профілактичних ремонтів і ревізій протягом всього терміну експлуатації.

Для контролю повноти заповнення бака маслом трансформатори ТМГ забезпечуються поплавковим масломказівником, розташованим на кришці.

Для вимірювання температури верхніх шарів масла в баку трансформатор забезпечується стрілочним термометром

ТМГ-160-10/0,4 У1, Y/Yн-0

Т – трифазний;

М – з природною циркуляцією масла і повітря;

Г – герметичне виконання з радіальним баком;

160 – номінальна потужність трансформатора, кВА;

10 – сторона вищої напруги, кВ;

0,4 – сторона нижчої напруги, кВ;

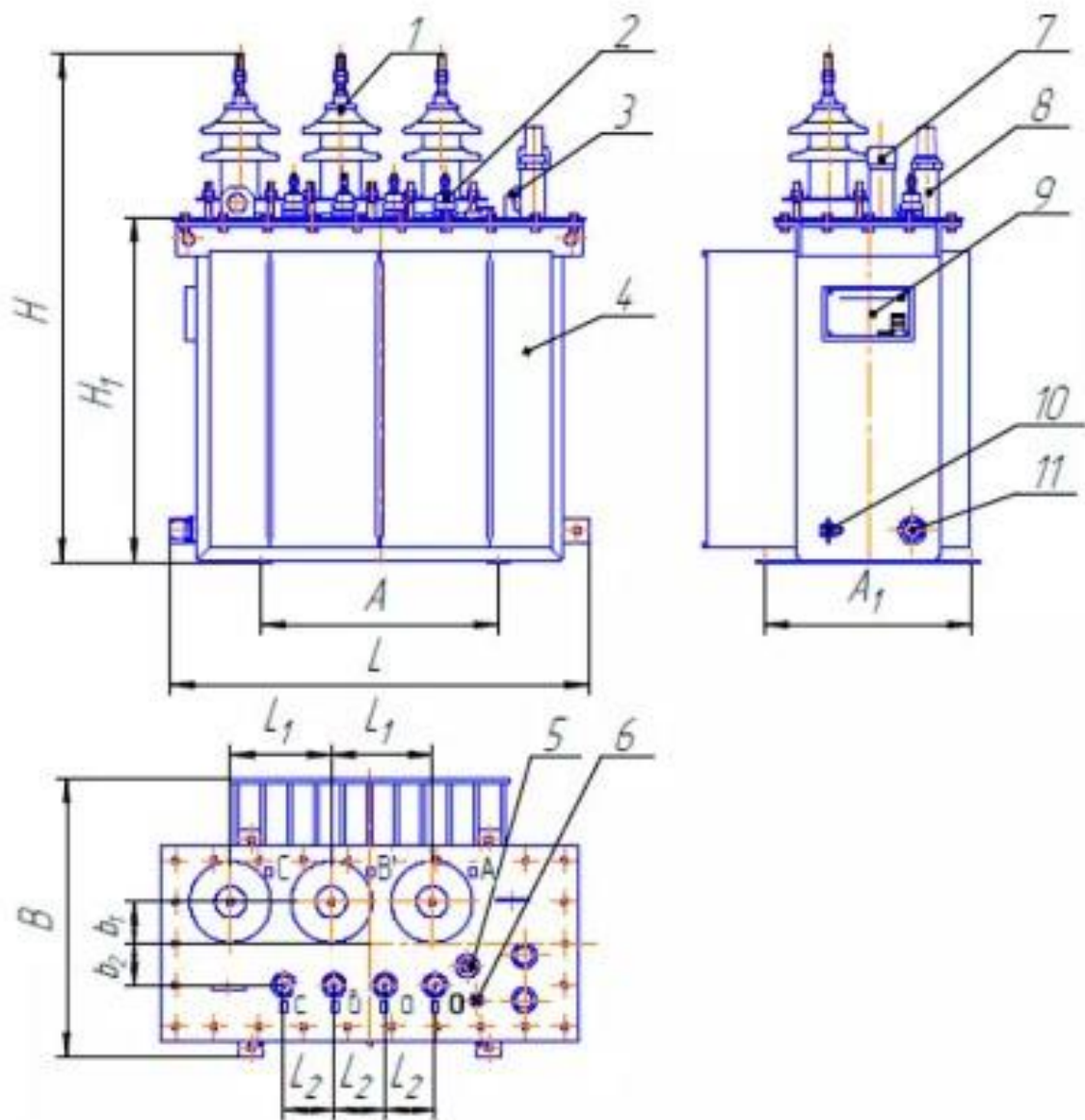
У – кліматичне виконання (помірний клімат);

1 – категорія розміщення (на вулиці без даха);

Y/Yн – схеми з'єднання обмоток вищої/нижчої напруги (зірка/зірка з нулем);

0 – група з'єднання обмоток.

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Будова ТМГ

1	Ввод ВН
2	Ввод НН
3	Кільце для пійому трансформатора
4	Бак
5	Привід для перемикача
6	Гільза для термометра
7	Запобажний клапан
8	Показчик рівня масла
9	Табличка
10	Заземлення
11	Пробка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Арк.

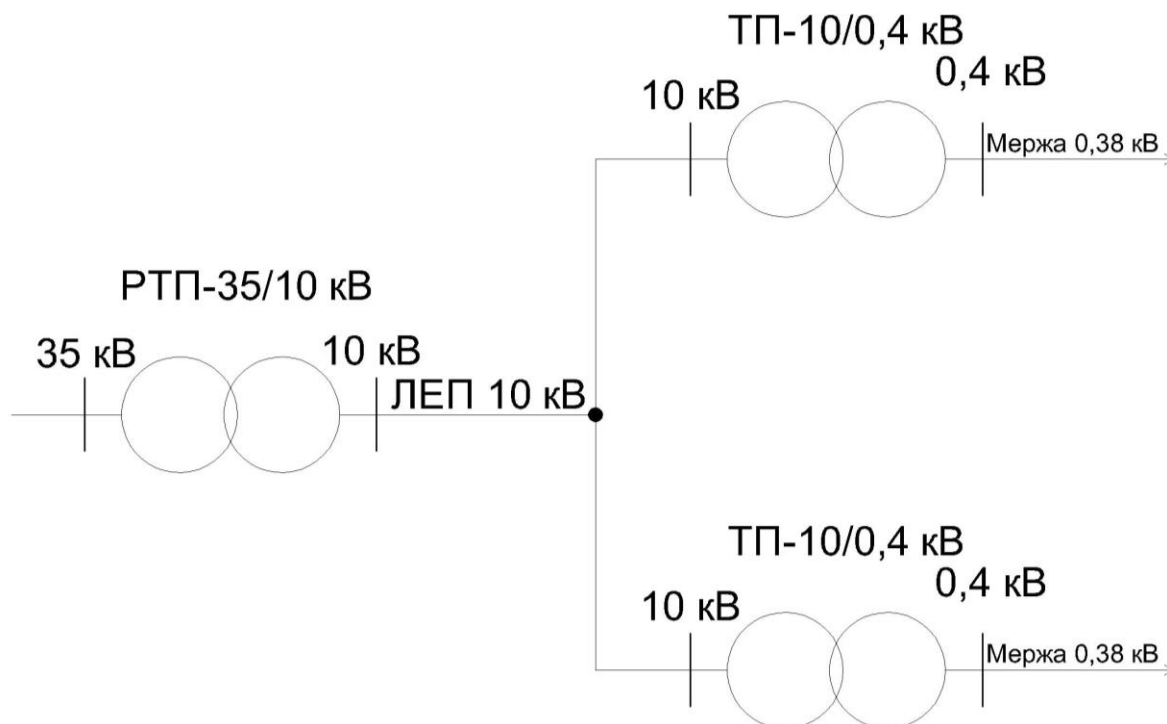
17

### 3. Електричний розрахунок повітряних ліній 10 кВ та 0,38 кВ

#### 3.1. Визначення допустимих втрат напруги в мережах 0,38 кВ

Визначаємо допустимі втрати напруги у повітряних лініях 10/0,4 кВ по відомому відхиленню напруги на шинах 10 кВ ТП-10/0,4 кВ.

Розрахункова схема мережі 10 та 0,4 кВ



Визначаємо допустимі втрати напруги в сільській електромережі за відхиленнями напруги.

Проводимо розрахунок для ТП-10/0,4 кВ.

Розраховуємо сумарні допустимі втрати напруги на ЛЕП 10 кВ та 0,4 кВ.

Розрахунки сумарних допустимих втрат проводимо для режиму тах навантаження до найвіддалінішого споживача при регульовальному відгалуженні ПБЗ  $V_B = 0\%$  користуючись рівнянням балансу напруги.

$$\sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = V_{10}^{100} + (V_{\text{ст}} + V_B) - \Delta U_T^{100} - V_{\text{сп}}^{100}$$

де  $V_{10}^{100}$  – відхилення напруги в шинах 10 кВ РТП 35/10 кВ при тах навантаженні, %

$V_{\text{ст}}, V_B$  – стала надбавка та регульоване відгалуження від ПБЗ трансформатора ДТП, %

$\Delta U_T^{100}$  – втрати напруги в обмотках трансформатора ДТП при тах навантаженні, %

$V_{\text{сп}}^{100}$  – допустиме відхилення напруги на найдальшому споживачі при тах навантаженні, %

$$\sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = 5 + (5 + 5) - 4 - (-5) = 16\%$$

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ				

Розділяємо сумарні допустимі втрати напруги на ЛЕП по лініях 10 та 0,4 кВ.

Для ДТП  $\sum \Delta U_{\text{леп}}^{100}$  є сумою втрат напруги в ЛЕП 10 кВ ( $\Delta U_{10}^{100}$ ) та втрат напруги в ЛЕП 0,4 кВ ( $\Delta U_{0,38}^{100}$ ). Прийняті втрати напруги в ПЛ-10 кВ рівними 60% від втрат  $\sum \Delta U_{\text{леп}}^{100}$ , а втрати напруги в ПЛ-0,38 кВ рівними 40% від втрат в  $\sum \Delta U_{\text{леп}}^{100}$ .

$$\Delta U_{10}^{100} = 0,6 \cdot \sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = 0,4 \cdot 16 = 6,4\%$$

$$\Delta U_{0,38}^{100} = 0,4 \cdot \sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = 0,6 \cdot 16 = 9,6\%$$

Перевіряємо відхилення напруги на шинах 0,4 кВ ДТП (точка б) при тiп навантаженні .

При тiп навантаженні  $S_{\text{min}} = 0,25 \cdot S_{\text{max}}$ , тому:

$$\Delta U_{10}^{25} = 0,25 \cdot \Delta U_{10}^{100} = 0,25 \cdot 6,4 = 1,6\%$$

Враховую, що  $\Delta U_{\text{т}}^{25} = 0,25 \cdot \Delta U_{\text{т}}^{100}$  та  $\Delta U_{0,38}^{25} = 0\%$ , оскільки втрати напруги в лінії 0,38 кВ на відхилення напруги шинах 0,4 кВ ДТП (в точці б) не впливають:

$$V_{\text{сп(с)}}^{25} = V_{10}^{25} + (V_{\text{ст}} + V_{\text{в}}) - \Delta U_{10}^{25} - \Delta U_{\text{т}}^{25}$$

де  $V_{\text{сп}}^{25}$  – відхилення напруги на найблищому споживачі при тiп навантаженні, %

$V_{10}^{25}$  – відхилення напруги в шинах 10 кВ РТП 35/10 при тiп навантаженні, %

$\Delta U_{10}^{25}$  – втрати напруги в лініях 10кВ при тiп навантаженні, %

$\Delta U_{\text{т}}^{25}$  – втрати напруги в обмотках трансформатора ДТП при тiп навантаженні, %

$$V_{\text{сп(с)}}^{25} = 0 - 1,6 + 5 + 5 - 1 = 7,4 \%$$

Основні розрахунки записуємо в таблицю 2.3.1.1 октемо для режимів max і тiп навантаження для ДТП.

Вибрано регулювальне відгалудження ПБЗ для трансформатора ДТП 10/0,4 кВ

$$V_{\text{в}} = 5\%$$

$$\sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = 16 \%$$

$$\Delta U_{10}^{100} = 0,6 \cdot \sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = 0,4 \cdot 16 = 6,4\%$$

$$\Delta U_{0,38}^{100} = 0,4 \cdot \sum \Delta U_{\text{леп}}^{100} = 0,6 \cdot 16 = 9,6\%$$

$$\Delta U_{10}^{25} = 0,25 \cdot \Delta U_{10}^{100} = 0,25 \cdot 6,4 = 1,6\%$$

$$V_{\text{сп(с)}}^{25} = 7,4 \%$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.1 Вибір електричних навантажень

Елементи мережі	Позначення	Відхилення та втрати напруги, %	
		ДТП 10/0,4 кВ	
		100%	25%
Шина 10 кВ РТП 35/10 кВ	$V_{ш}^{100}$	5	0
ЛЕП 10 кВ	$\Delta U_{10}$	6,4	1,6
Трансформатор ТП 10/0,4 кВ			
стала надбавка	$V_{ст}$	5	5
відгалудження ПБЗ	$V_{в}$	5	5
втрати напруги	$\Delta U_{т}$	-4	-1
ПЛ 0,38 кВ	$\Delta U_{0,38}$	-9,6	0
Споживачі	$V_{сп}$	-7,5	7,4

### 3.2. Розрахунок повітряної лінії 10 кВ

#### 3.2.1. Розрахунок навантажень на лінії 10 кВ

На кожній ділянці лінії входять виробничі навантаження  $P_{\text{вир}}$ , яке включає в себе в денний час навантаження ТП з виробничим і змішаним видами споживачів, у вечірній час – тільки навантаження ТП з виробничим видом, та загальне навантаження  $P_{\text{заг}}$ , яке включає навантаження всіх ТП.

Розрахункові навантаження окремих ділянок лінії 10 кВ знаходять підсумовуючи навантаження окремих споживачів, що підключені до лінії. Розрахунок ведуть починаючи з кінця лінії, навантаження підсумовують за методом добавок:

$$P_{\text{д}} = P_{\text{дб}} + \Delta P(P_{\text{дм}})$$

$$P_{\text{в}} = P_{\text{вб}} + \Delta P(P_{\text{вм}})$$

де,  $P_{\text{дб}}$  - найбільше навантаження денного максимуму, кВт;

$P_{\text{вб}}$  - найбільше навантаження вечірнього максимуму, кВт;

$P_{\text{дм}}$  - найменше навантаження денного максимуму, кВт;

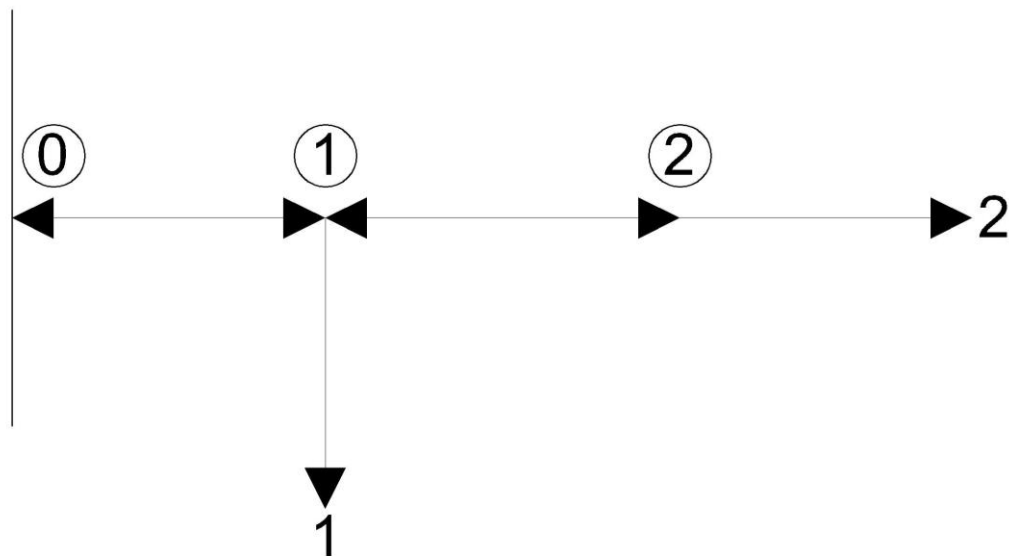
$P_{\text{вм}}$  - найменше навантаження вечірнього максимуму, кВт;

$\square P(P)$  - добавка від меншого навантаження до найбільшого, кВт;

Розраховуємо навантаження на усіх ділянках ліній (за допомогою коефіцієнта одночасності або за допомогою добавок), а розраховані дані заносимо до таблиці 1.2.

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахункова схема лінії 10 кВ



Таблиця 3.2.1.1 Розрахунок навантажень лінії 10 кВ

№ ділянки	Навантаження							
	Денне, кВт				Вечірнє, кВт			
	$P_{дб}$	$P_{дм}$	$\Delta P(P_{дм})$	$P_{д}$	$P_{вб}$	$P_{вм}$	$\Delta P(P_{вм})$	$P_{в}$
2-1	97,2			97,2	67,9			67,9
0-1	118,9	97,2	67,1	186	97,49	67,9	46,5	143,99

Сумарне денне навантаження по лініях визначають за формулою:

$$\sum P_{д} = P_{дб} + \Delta P(P_{дм})$$

$$\sum P_{в} = P_{вб} + \Delta P(P_{вм})$$

де  $P_{б}$  – більша потужність, кВт;

$\square P(P_{м})$  – добавка від меншої потужності, кВт.

Так як в нас одна лінія, сумарне денне та вечірнє можна визначити таким чином:

$$\sum P_{д} = P_{д0-1} = 186 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{в} = P_{в0-1} = 144,99 \text{ кВт}$$

де  $P_{д0-1}, P_{в0-1}$  – денне та вечірнє навантаження на ділянці 0-1



### 3.2.2. Розрахунок проводів ПЛ 10 кВ

Проводимо розрахунок по вибору перерізів проводів, який починають з головної ділянки лінії і отримані дані заносять у таблицю 3.2.2.1

Згідно таблиці в колонку 1 записуємо № розрахункової ділянки. В колонку 2 та 5 – розрахункове денне та вечірнє навантаження, яке береться з таблиці 3.2.1.1 (сторінка ) згідно ділянки:

$$P_{д0-1} = 186 \text{ кВт}$$

$$P_{в0-1} = 143,99 \text{ кВт}$$

$$P_{д2-1} = 97,2 \text{ кВт}$$

$$P_{в2-1} = 67,9 \text{ кВт}$$

В колонки 3 і 6 заносимо значення коефіцієнта потужності на кожній ділянці ( $\cos \varphi$ ), що вибирається в залежності від виду навантаження.

В колонках 4, 7 вписуються повні потужності на ділянках, що визначаються за формулами:

$$S_{д0-1} = \frac{P_{д0-1}}{\cos \varphi_{д0-1}} = \frac{186}{0,8} = 232,5 \text{ кВА}$$

$$S_{в0-1} = \frac{P_{в0-1}}{\cos \varphi_{в0-1}} = \frac{143,99}{0,83} = 173,48 \text{ кВА}$$

$$S_{д2-1} = \frac{P_{д2-1}}{\cos \varphi_{д2-1}} = \frac{97,2}{0,7} = 138,86 \text{ кВА}$$

$$S_{в2-1} = \frac{P_{в2-1}}{\cos \varphi_{в2-1}} = \frac{67,9}{0,75} = 90,53 \text{ кВА}$$

де  $\cos \varphi$ —коефіцієнт потужності.

Марки і перерізи проводів лінії 10 кВ вибирають методом економічних інтервалів потужностей за еквівалентною потужністю  $S_e$  на ділянці лінії враховуючи район за вітром та ожеледдю а також тип опор. Еквівалентна потужність ділянки лінії 10кВ дорівнює:

$$S_{e0-1} = S_{м0-1} \cdot K_d = 232,5 \cdot 0,7 = 167,75 \text{ кВА}$$

$$S_{e2-1} = S_{м2-1} \cdot K_d = 138,86 \cdot 0,7 = 97,2 \text{ кВА}$$

де  $S_m$ —максимальне навантаження ділянки лінії (найбільша з повних

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

навантажень денного  $S_d$  або вечірнього  $S_b$  максимумів), кВА ;

$K_d$ —коефіцієнт, який враховує динаміку зростання навантаження (для сільських мереж рекомендується  $K_d = 0,7$  колонка 8.

Враховуючи, що район електропостачання знаходиться в II кліматичному районі по вітру та ожеледі, що відповідає товщині стінки ожеледі  $b=10$  мм і використані залізобетонні опори вибираємо вибираємо марку та перехід провода СП4х50 і записуємо в колонку 10

Вибраний переріз проводів для ПЛ 10 кВ потрібно перевірити на допустимі втрати напруги. При цьому фактичні втрати напруги до найвіддаленішого споживача не повинні перевищувати допустимі.

Втрати напруги розраховуються за формулою

$$\Delta U = \frac{\left[ \left( \frac{P_i \cdot r_i}{U_H} \right) + \left( \frac{Q_i \cdot x_i}{U_H} \right) \right] \cdot 100}{U_H}, \%$$

де  $P_i, Q_i$  – розрахункова активна і реактивна потужність ділянки лінії, кВт, квар;

$r_i, x_i$  – активний і реактивний опір ділянки лінії, Ом;

$U_H$  – номінальна напруга лінії, В.

$$r_i = r_{0i} \cdot L_i$$

$$x_i = x_{0i} \cdot L_i$$

де  $L_i$  – довжина ділянки лінії, м;

$r_i, x_i$  – питомі активний та реактивний опори проводу на ділянці лінії, Ом/м.

$$r_{i0-1} = 0,59 \cdot 15055 = 8882,45 \text{ Ом}$$

$$x_{i0-1} = 0,38 \cdot 15055 = 5720,9 \text{ Ом}$$

$$Q_{i0-1} = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{232,5^2 - 186^2} = 139 \text{ квар}$$

$$\Delta U_{0-1} = \frac{\left[ \left( \frac{186 \cdot 8882,45}{10000} \right) + \left( \frac{139 \cdot 5720,9}{10000} \right) \right] \cdot 100}{10000} = 2.45 \%$$

$$r_{i2-1} = 0,59 \cdot 528 = 311,52 \text{ Ом}$$

$$x_{i2-1} = 0,38 \cdot 528 = 200,64 \text{ Ом}$$

$$Q_{i2-1} = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{138,6^2 - 97,2^2} = 98,8 \text{ квар}$$

$$\Delta U_{2-1} = \frac{\left[ \left( \frac{97,2 \cdot 311,52}{10000} \right) + \left( \frac{98,8 \cdot 200,64}{10000} \right) \right] \cdot 100}{10000} = 0.05 \%$$

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ					

Таблиця 3.2.2.1 Розрахунки по вибору перерізів проводів для ліній 10 кВ

№ Ділянки	Денне			Вечірне			К <sub>д</sub>	S <sub>e</sub> кВА	Марка та переріз	Втрати напруги	
	P <sub>д</sub> кВт	cos φ <sub>д</sub>	S <sub>д</sub> кВА	P <sub>в</sub> кВт	cos φ <sub>в</sub>	S <sub>в</sub> кВА				На ділянці	Від РТП
2-1	97,2	0,7	138,86	67,9	0,75	90,53	0,7	97,2	СІП4х50	0,05	2,5
0-1	186	0,8	232,5	143,99	0,83	173,48	0,7	167,75	СІП4х50	2,45	2,45

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Арк.

25

### 3.3. Розрахунок ПЛ-0,38 кВ

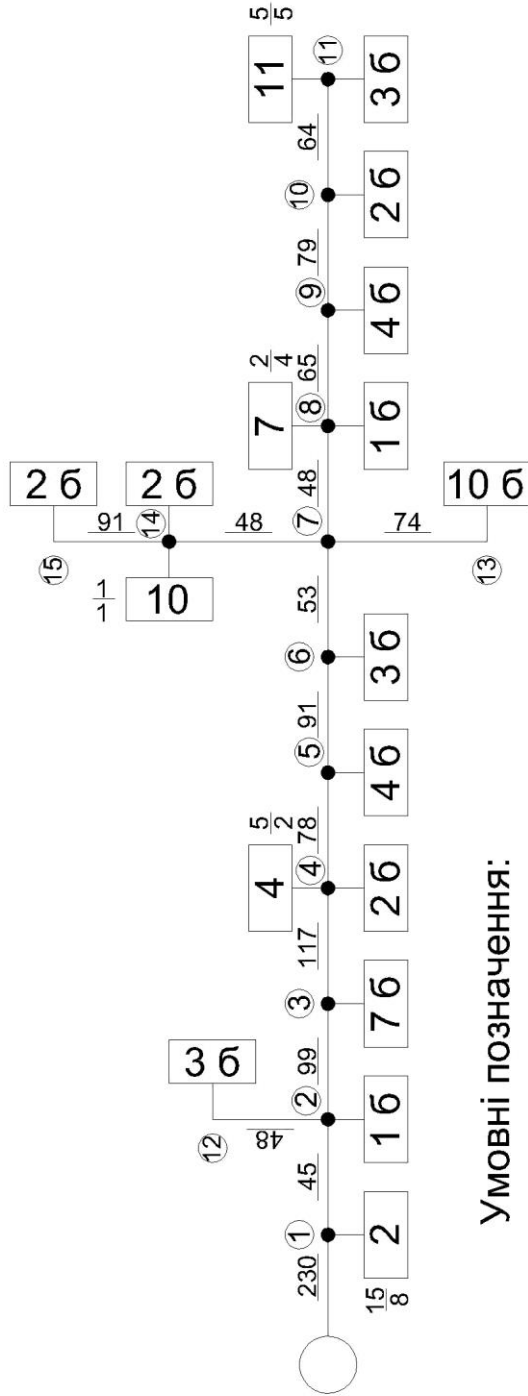
#### 3.3.1. Групування навантажень та складання розрахункових схем.

Починаємо виконання єдиного підрахунку із розстановки на лініях складних опор: кінцевих, кутових, відгалужених, перехідних та проміжних-перехідних. Після цього позначаємо стрілками місця, звідки буде подаватися живлення до комірних приміщень і приміщень що знаходяться поряд з ними, але на протилежній стороні вулиці.







Однорідні приміщення, якими являються жилі будинки, групуємо в групи на довжині 100-120 м і замінюю їх на навантаження зосередженими і прокладеними у центрі груп. Вимірюючи відстань від місця прикладання навантаження до слідуєчого місця прикладання навантаження з урахуванням масштабу, складаємо розрахункові схеми для кожної лінії окремо. На розрахункових схемах вказуємо центри прикладання навантаження, денну та вечірню напругу комірних приміщень, довжину ділянки. Магістраль вибираємо до самої віддаленої точки з максимальним навантаженням.

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ТП-1; лінія 1



Умовні позначення:

-  Трансформаторна підстанція;
-  Кількість жилих будинків у групі;
-  Номерне приміщення на плані;
-  Денне та вечірнє навантаження Рд/Рв,кВт;
-  Точка прикладання навантаження;
-  Довжина розрахункової ділянки, м;

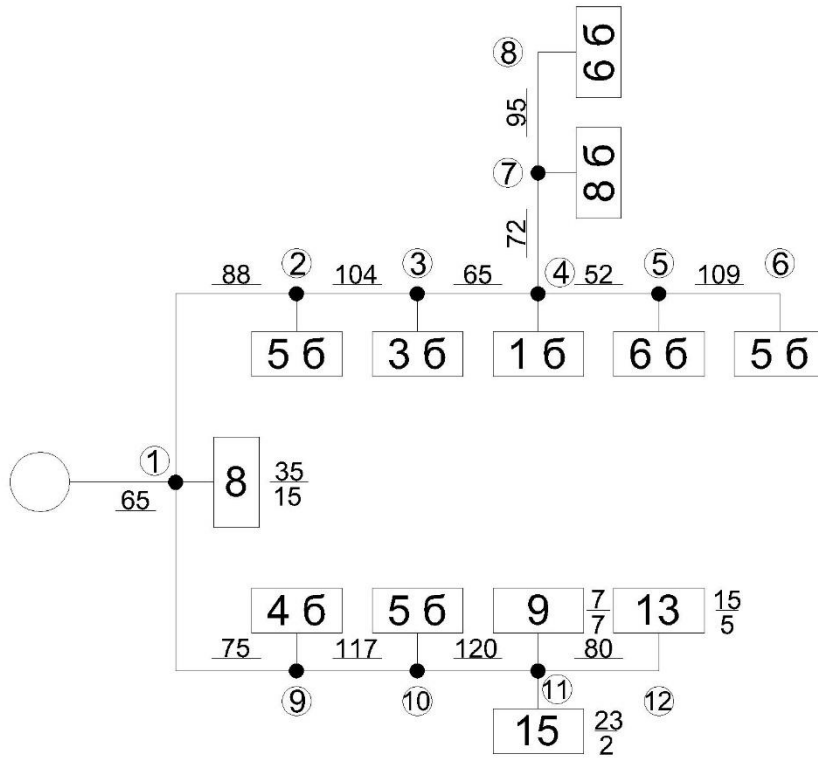
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

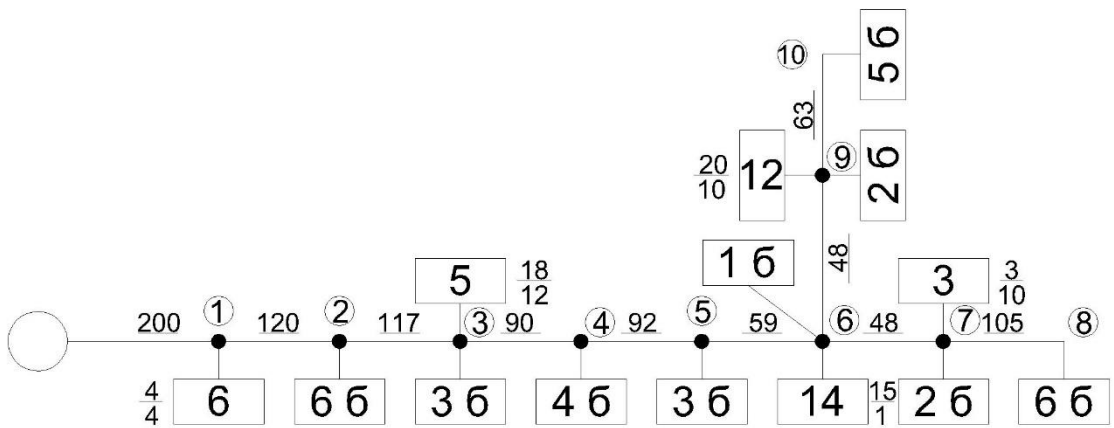
Арк.

27

ТП-1; лінія 2

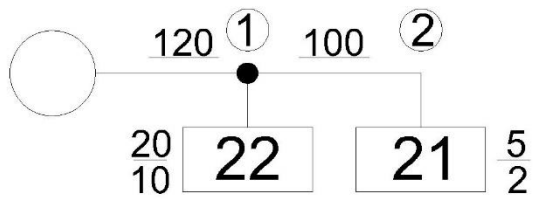


ТП-1; лінія 3

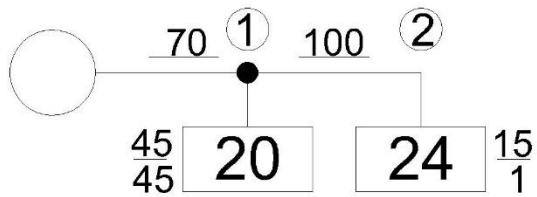


## Розрахункові схема навантажень ТП-2

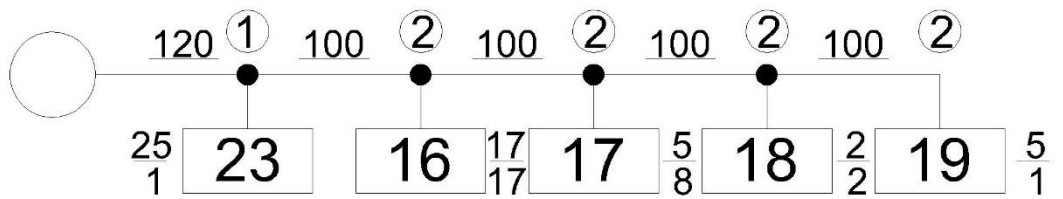
### ТП-2; лінія 1



### ТП-2; лінія 2



### ТП-2; лінія 3



### 3.3.2. Вибір проводів по сумарним приведеним економічним затратам з перевіркою їх на втрати напруги.

Перед вибором перерізу проводів в заготовлюємо таблицю «Електричний розрахунок проводів мережі 380/220 В». Вибираємо переріз проводів силової мережі ТП-1 жилого сектору

Для прикладу розрахунків проведемо розрахунок лінії 1

Знаходимо денне та вечірнє навантаження на ділянках

$$P_{д10-11} = (P_{д36} + P_{д\text{хліб}}) \cdot K_0 = (5 + 1,25) \cdot 0,85 = 5,31 \text{ кВт}$$

$$P_{в10-11} = (P_{в36} + P_{в\text{хліб}}) \cdot K_0 = (3,56 + 5) \cdot 0,85 = 7,28 \text{ кВт}$$

$$P_{д9-10} = P_{д10-11}^{max} + \Delta P_{д26} = 5,31 + 0,6 = 5,91 \text{ кВт}$$

$$P_{в9-10} = (P_{в10-11} + P_{в26}) \cdot K_0 = (7,28 + 2,74) \cdot 0,76 = 7,62 \text{ кВт}$$

$$P_{д8-9} = (P_{д9-10} + P_{д46}) \cdot K_0 = (5,91 + 1,51) \cdot 0,85 = 6,31 \text{ кВт}$$

$$P_{в8-9} = (P_{в9-10} + P_{в46}) \cdot K_0 = (7,62 + 4,32) \cdot 0,85 = 9,07 \text{ кВт}$$

$$P_{д7-8} = P_{д8-9}^{max} + \Delta P_{д\text{маг}} + \Delta P_{д16} = 6,31 + 1,2 + 0,4 = 7,91 \text{ кВт}$$

$$P_{в7-8} = (P_{в8-9} + P_{в\text{маг}} + P_{в16}) \cdot K_0 = (9,07 + 1,8 + 4) \cdot 0,8 = 11,9 \text{ кВт}$$

$$P_{д7-14} = (P_{д36} + P_{д14-15} + P_{д\text{вет}}) \cdot K_0 = (0,97 + 0,97 + 1) \cdot 0,8 = 2,35 \text{ кВт}$$

$$P_{в7-14} = (P_{в36} + P_{в14-15} + P_{в\text{вет}}) \cdot K_0 = (2,74 + 2,74 + 1) \cdot 0,8 = 5,18 \text{ кВт}$$

$$P_{д6-7} = (P_{д7-14} + P_{д7-8} + P_{д7-13}) \cdot K_0 = (7,91 + 2,35 + 2,77) \cdot 0,66 = 8,6 \text{ кВт}$$

$$P_{в6-7} = (P_{в7-14} + P_{в7-8} + P_{в7-13}) \cdot K_0 = (11,9 + 5,18 + 7,92) \cdot 0,66 = 16,5 \text{ кВт}$$

$$P_{д5-6} = P_{д6-7}^{max} + \Delta P_{д36} = 8,6 + 0,75 = 9,35 \text{ кВт}$$

$$P_{в5-6} = P_{в6-7}^{max} + \Delta P_{в36} = 16,5 + 2,1 = 18,6 \text{ кВт}$$

$$P_{д4-5} = P_{д5-6}^{max} + \Delta P_{д46} = 9,35 + 0,9 = 10,25 \text{ кВт}$$

$$P_{в4-5} = P_{в5-6}^{max} + \Delta P_{в46} = 18,6 + 2,5 = 21,1 \text{ кВт}$$

$$P_{д3-4} = P_{д4-5}^{max} + \Delta P_{д\text{шк}} + \Delta P_{д26} = 10,25 + 0,6 + 1,8 = 11,65 \text{ кВт}$$

$$P_{в3-4} = P_{в4-5}^{max} + \Delta P_{в\text{шк}} + \Delta P_{в26} = 21,1 + 1,65 + 6 = 28,75 \text{ кВт}$$

$$P_{д2-3} = P_{д4-3}^{max} + \Delta P_{д76} = 11,65 + 1,3 = 12,95 \text{ кВт}$$

$$P_{в2-3} = P_{в4-3}^{max} + \Delta P_{в76} = 28,75 + 4 = 32,75 \text{ кВт}$$

$$P_{д1-2} = P_{д2-3}^{max} + \Delta P_{д16} + \Delta P_{д2-12} = 12,95 + 0,6 + 0,75 = 14,3 \text{ кВт}$$

$$P_{в1-2} = P_{в2-3}^{max} + \Delta P_{в16} + \Delta P_{в2-12} = 32,75 + 1 + 2,1 = 35,85 \text{ кВт}$$

$$P_{д\text{ТП-1}} = (P_{д1-2} + P_{д\text{а.п.}}) \cdot K_0 = (14,3 + 15) \cdot 0,8 = 23,44 \text{ кВт}$$

$$P_{в\text{ТП-1}} = P_{в1-2}^{max} + \Delta P_{в\text{а.п.}} = 35,85 + 4,8 = 45,65 \text{ кВт}$$

Знаходимо повну денну та вечірню потужність для ділянок на лінії

$$S_{д\text{ТП-1}} = \frac{P_{д\text{ТП-1}}}{\cos \varphi_{д}} = \frac{23,44}{0,9} = 26,04 \text{ кВА}$$

$$S_{в\text{ТП-1}} = \frac{P_{в\text{ТП-1}}}{\cos \varphi_{в}} = \frac{40,65}{0,92} = 44,18 \text{ кВАкВА}$$

де  $\cos \varphi_{д}$  і  $\cos \varphi_{в}$  – денний і вечірній коефіцієнт потужності [1 с.119]

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ					



$$S_{Д1-2} = \frac{P_{Д1-2}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{14,3}{0,9} = 15,89 \text{ кВА}$$

$$S_{В1-2} = \frac{P_{В1-2}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{35,85}{0,92} = 38,92 \text{ кВА}$$

$$S_{Д2-3} = \frac{P_{Д2-3}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{12,95}{0,9} = 14,35 \text{ кВА}$$

$$S_{В2-3} = \frac{P_{В2-3}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{32,75}{0,92} = 35,6 \text{ кВА}$$

$$S_{Д3-4} = \frac{P_{Д3-4}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{11,65}{0,9} = 12,94 \text{ кВА}$$

$$S_{В3-4} = \frac{P_{В3-4}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{28,75}{0,92} = 31,25 \text{ кВА}$$

$$S_{Д4-5} = \frac{P_{Д4-5}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{10,25}{0,9} = 11,39 \text{ кВА}$$

$$S_{В4-5} = \frac{P_{В4-5}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{21,1}{0,92} = 23,93 \text{ кВА}$$

$$S_{Д5-6} = \frac{P_{Д5-6}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{9,35}{0,9} = 10,39 \text{ кВА}$$

$$S_{В5-6} = \frac{P_{В5-6}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{18,6}{0,92} = 20,22 \text{ кВА}$$

$$S_{Д6-7} = \frac{P_{Д6-7}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{8,68}{0,9} = 9,56 \text{ кВА}$$

$$S_{В6-7} = \frac{P_{В6-7}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{16,5}{0,92} = 17,93 \text{ кВА}$$

$$S_{Д7-8} = \frac{P_{Д7-8}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{7,91}{0,9} = 8,79 \text{ кВА}$$

$$S_{В7-8} = \frac{P_{В7-8}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{11,9}{0,92} = 12,93 \text{ кВА}$$

$$S_{Д8-9} = \frac{P_{Д8-9}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{6,31}{0,9} = 7,01 \text{ кВА}$$

$$S_{В8-9} = \frac{P_{В8-9}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{9,07}{0,92} = 9,86 \text{ кВА}$$

$$S_{Д9-10} = \frac{P_{Д9-10}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{5,91}{0,9} = 6,57 \text{ кВА}$$

$$S_{В9-10} = \frac{P_{В9-10}}{\cos \varphi_{В}} = \frac{7,62}{0,92} = 8,28 \text{ кВА}$$

$$S_{Д10-11} = \frac{P_{Д10-11}}{\cos \varphi_{Д}} = \frac{5,31}{0,9} = 6,64 \text{ кВА}$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$S_{B 10-11} = \frac{P_{B 10-11}}{\cos \varphi_B} = \frac{7,28}{0,92} = 8,77 \text{ кВА}$$

$$S_{D 2-12} = \frac{P_{D 2-12}}{\cos \varphi_D} = \frac{1,25}{0,9} = 1,33 \text{ кВА}$$

$$S_{B 2-12} = \frac{P_{B 2-12}}{\cos \varphi_B} = \frac{3,56}{0,92} = 3,87 \text{ кВА}$$

$$S_{D 7-13} = \frac{P_{D 7-13}}{\cos \varphi_D} = \frac{2,77}{0,9} = 3,09 \text{ кВА}$$

$$S_{B 7-13} = \frac{P_{B 7-13}}{\cos \varphi_B} = \frac{7,92}{0,92} = 8,61 \text{ кВА}$$

$$S_{D 7-14} = \frac{P_{D 7-14}}{\cos \varphi_D} = \frac{2,35}{0,9} = 2,61 \text{ кВА}$$

$$S_{B 7-14} = \frac{P_{B 7-14}}{\cos \varphi_B} = \frac{5,18}{0,92} = 5,63 \text{ кВА}$$

$$S_{D 14-15} = \frac{P_{D 14-15}}{\cos \varphi_D} = \frac{0,92}{0,9} = 1,09 \text{ кВА}$$

$$S_{B 14-15} = \frac{P_{B 14-15}}{\cos \varphi_B} = \frac{2,74}{0,92} = 2,98 \text{ кВА}$$

Знаходимо освітлювальну потужність на ділянках лінії

$$S_{\text{екв ТП-1}} = S_{\text{ТП-1}} \cdot K_d = 44,18 \cdot 0,7 = 27,28 \text{ кВА}$$

де  $K_d$  – коефіцієнт динаміки росту для нових ліній

$$K_d = 0,7$$

$$S_{\text{екв 1-2}} = S_{1-2} \cdot K_d = 38,97 \cdot 0,7 = 27,28 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 2-3}} = S_{2-3} \cdot K_d = 35,6 \cdot 0,7 = 24,92 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 3-4}} = S_{3-4} \cdot K_d = 31,25 \cdot 0,7 = 21,88 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 4-5}} = S_{4-5} \cdot K_d = 22,93 \cdot 0,7 = 16,05 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 5-6}} = S_{5-6} \cdot K_d = 20,22 \cdot 0,7 = 14,15 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 6-7}} = S_{6-7} \cdot K_d = 17,93 \cdot 0,7 = 12,55 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 7-8}} = S_{7-8} \cdot K_d = 12,93 \cdot 0,7 = 9,05 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 8-9}} = S_{8-9} \cdot K_d = 9,86 \cdot 0,7 = 6,9 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 9-10}} = S_{9-10} \cdot K_d = 8,28 \cdot 0,7 = 5,8 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 10-11}} = S_{10-11} \cdot K_d = 8,77 \cdot 0,7 = 6,14 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 2-12}} = S_{2-12} \cdot K_d = 3,87 \cdot 0,7 = 2,71 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 7-13}} = S_{7-13} \cdot K_d = 8,61 \cdot 0,7 = 6,03 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 7-14}} = S_{7-14} \cdot K_d = 5,63 \cdot 0,7 = 3,94 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{екв 14-15}} = S_{\text{ТП-1}} \cdot K_d = 2,98 \cdot 0,7 = 2,09 \text{ кВА}$$

По еквівалентній потужності вибираємо марку та переріз проводів, Вибрані проводи заносимо до таблиці 2.3.3.1

Знаходимо фактичні втрати напруги на ділянках лінії

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta U_{ТП-1} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В ТП-1} \cdot l_{ТП-1} = 0,463 \cdot 44,18 \cdot 0,23 = 4,7 \%$$

де  $\Delta U_{пит}$  – втрати напруги в проводі:

ПЛ-0,38 кВ, % на 1кВА км [1 с.112]

$l_{ТП-1}$ —довжина лінії в км

$$\Delta U_{1-2} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 1-2} \cdot l_{1-2} = 0,463 \cdot 38,97 \cdot 0,045 = 0,81 \%$$

$$\Delta U_{2-3} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 2-3} \cdot l_{2-3} = 0,634 \cdot 35,75 \cdot 0,099 = 2,24 \%$$

$$\Delta U_{3-4} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 3-4} \cdot l_{3-4} = 0,634 \cdot 31,25 \cdot 0,117 = 2,31 \%$$

$$\Delta U_{4-5} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 4-5} \cdot l_{4-5} = 0,634 \cdot 22,93 \cdot 0,078 = 1,13 \%$$

$$\Delta U_{5-6} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 4-5} \cdot l_{4-5} = 0,634 \cdot 20,22 \cdot 0,091 = 1,17 \%$$

$$\Delta U_{6-7} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 6-7} \cdot l_{6-7} = 0,634 \cdot 17,93 \cdot 0,053 = 0,6 \%$$

$$\Delta U_{7-8} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 7-8} \cdot l_{7-8} = 0,634 \cdot 12,93 \cdot 0,048 = 0,39 \%$$

$$\Delta U_{8-9} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 8-9} \cdot l_{8-9} = 1,269 \cdot 9,86 \cdot 0,065 = 0,81 \%$$

$$\Delta U_{9-10} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 9-10} \cdot l_{9-10} = 1,269 \cdot 8,28 \cdot 0,079 = 0,83 \%$$

$$\Delta U_{10-11} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 10-11} \cdot l_{10-11} = 1,196 \cdot 8,77 \cdot 0,064 = 0,67 \%$$

$$\Delta U_{2-12} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 2-12} \cdot l_{2-12} = 7,573 \cdot 3,87 \cdot 0,081 = 2,37 \%$$

$$\Delta U_{7-13} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 7-13} \cdot l_{7-13} = 7,573 \cdot 8,61 \cdot 0,074 = 4,82 \%$$

$$\Delta U_{7-14} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 7-14} \cdot l_{7-14} = 1,269 \cdot 5,63 \cdot 0,048 = 0,34 \%$$

$$\Delta U_{14-15} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 14-15} \cdot l_{14-15} = 7,573 \cdot 2,98 \cdot 0,091 = 2,05 \%$$

Подаючи  $\Delta U$  на шляху проходження струму в ліній, знаходимо  $\Delta U$  до кінцевих точок. Після цього фактичну втрату напруги порівнюємо з допустимою.

$$\Delta U_{ф} \leq \Delta U_{доп}$$

$$\Delta U_{ф} = 15,35\% \leq \Delta U_{доп} = 7,8\%$$

Так як фактичні втрати напруги в мережі перевищують допустиму, змінюємо проводи основного перерізу допоміжними проводами більшого перерізу.

$$\Delta U_{ТП-1} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В ТП-1} \cdot l_{ТП-1} = 0,295 \cdot 44,18 \cdot 0,23 = 3 \%$$

$$\Delta U_{1-2} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 1-2} \cdot l_{1-2} = 0,295 \cdot 38,97 \cdot 0,045 = 0,52 \%$$

$$\Delta U_{2-3} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 2-3} \cdot l_{2-3} = 0,295 \cdot 35,75 \cdot 0,099 = 1,04 \%$$

$$\Delta U_{3-4} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 3-4} \cdot l_{3-4} = 0,295 \cdot 31,25 \cdot 0,117 = 1,08 \%$$

$$\Delta U_{4-5} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 4-5} \cdot l_{4-5} = 0,295 \cdot 22,93 \cdot 0,117 = 0,53 \%$$

$$\Delta U_{5-6} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 4-5} \cdot l_{4-5} = 0,295 \cdot 20,22 \cdot 0,091 = 0,54 \%$$

$$\Delta U_{6-7} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 6-7} \cdot l_{6-7} = 0,295 \cdot 17,93 \cdot 0,053 = 0,28 \%$$

$$\Delta U_{7-8} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 7-8} \cdot l_{7-8} = 0,295 \cdot 12,93 \cdot 0,048 = 0,18 \%$$

$$\Delta U_{8-9} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 8-9} \cdot l_{8-9} = 0,295 \cdot 9,86 \cdot 0,065 = 0,18 \%$$

$$\Delta U_{9-10} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 9-10} \cdot l_{9-10} = 0,295 \cdot 8,28 \cdot 0,079 = 0,19 \%$$

$$\Delta U_{10-11} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 10-11} \cdot l_{10-11} = 0,316 \cdot 8,77 \cdot 0,064 = 0,17 \%$$

$$\Delta U_{7-13} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 7-13} \cdot l_{7-13} = 0,362 \cdot 8,61 \cdot 0,074 = 0,23 \%$$

$$\Delta U_{7-14} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 7-14} \cdot l_{7-14} = 0,463 \cdot 5,63 \cdot 0,048 = 0,1 \%$$

$$\Delta U_{14-15} = \Delta U_{пит} \cdot S_{В 14-15} \cdot l_{14-15} = 2,765 \cdot 2,98 \cdot 0,091 = 0,71 \%$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta U_{\phi} = 7,8\% \leq \Delta U_{\text{доп}} = 7,8\%$$

Аналогічно проводимо розрахунок для лінії 2 і 3 та ТП-2 данні розрахунків заносимо до таблиць 3.3.2.1- 3.3.2.4

					<i>БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

Таблиця 3.3.2.1 Електричний розрахунок проводів ПЛ-0,38 кВ на ТП-1 лінії 1

№ Розрахунку ковів Ділянки	Розрахункова потужність на ділянці				Коефіцієнт динаміки	$S_{\Sigma}$ , кВА	$I_{дл}$ , м	Основні проводи	Попередній розрахунок на ΔU				Кінцевий розрахунок на ΔU					
	Денна		Вечірня						При денному навантаженні	При вечірньому навантаженні	Прийняті проводи	При денному навантаженні	При вечірньому навантаженні	На розрахунковій ділянці	Від ТП	Від ТП	На розрахунковій ділянці	Від ТП
	$P_{д1}$ , кВт	$\cos \varphi$	$S_{д1}$ , кВА	$P_{в1}$ , кВт														
ТП-1	23,44	0,9	26,04	40,65	0,92	44,18	0,7	СІП4х50	2,78	2,78	4,7	4,7	СІП4х95	3	3			
1-2	14,3	0,9	15,89	35,85	0,92	38,97	0,7	СІП4х50	0,33	3,11	0,91	5,51	СІП4х95	0,52	3,52			
2-3	12,95	0,9	14,39	32,75	0,92	35,6	0,7	СІП4х35	0,9	4,01	2,24	7,5	СІП4х95	1,04	4,56			
3-4	11,65	0,9	12,94	28,75	0,92	31,25	0,7	СІП4х35	0,96	4,97	2,31	10,06	СІП4х95	1,08	5,64			
4-5	10,25	0,9	11,39	21,1	0,92	22,93	0,7	СІП4х35	0,56	5,53	1,13	11,19	СІП4х95	0,53	6,17			
5-6	9,35	0,9	10,39	18,6	0,92	20,22	0,7	СІП4х35	0,6	6,13	1,17	12,36	СІП4х95	0,54	6,71			
6-7	8,6	0,9	9,56	16,5	0,92	17,93	0,7	СІП4х35	0,32	6,45	0,6	12,96	СІП4х95	0,28	6,99			
7-8	7,91	0,9	8,79	11,9	0,92	12,93	0,7	СІП4х35	0,27	6,72	0,39	13,35	СІП4х95	0,18	7,17			
8-9	6,31	0,9	7,01	9,07	0,92	9,86	0,7	СІП4х16	0,57	7,29	0,81	14,16	СІП4х95	0,18	7,35			
9-10	5,91	0,9	6,57	7,62	0,92	8,28	0,7	СІП4х16	0,65	7,94	0,83	14,99	СІП4х95	0,19	7,54			
10-11	5,31	0,9	6,64	7,28	0,92	8,77	0,7	СІП4х16	0,53	8,47	0,67	15,66	СІП4х95	0,17	7,71			
2-12	1,25	0,9	1,33	3,56	0,92	3,87	0,7	СІП4х16	1,87	4,98	2,37	7,88	СІП4х16	2,37	5,89			
7-13	2,77	0,9	3,09	7,92	0,92	8,61	0,7	СІП4х16	1,71	8,16	4,82	17,78	СІП4х70	0,23	7,22			
7-14	2,35	0,9	2,61	5,18	0,92	5,63	0,7	СІП4х16	0,16	6,61	0,34	13,3	СІП4х50	0,1	7,09			
14-15	0,97	0,9	1,09	2,74	0,92	2,98	0,7	СІП4х16	0,74	7,35	2,05	15,35	СІП4х50	0,71	7,8			

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Арк.

35

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Таблиця 3.3.2.2 Електричний розрахунок проводів ПЛ-0,38 кВ на ТП-1 лінії 2

№ Розрахунку кові ділянки	Розрахункова потужність на ділянці				Коефіцієнт динамічності	$S_{\Sigma}$ , кВА	$I_{дл}$ , м	Основні проводи	Попередній розрахунок на ΔU				Кінцевий розрахунок на ΔU				
	Денна		Вечірня						При денному навантаженні	При вечірньому навантаженні	При денному навантаженні	При вечірньому навантаженні	Приняті проводи	На розраху- нкової ділянці	Від ТП	На розраху- нкової ділянці	Від ТП
	$P_{д'}$ , кВт	$\cos \varphi$	$S_{д'}$ , кВА	$P_{в'}$ , кВт													
ТП-1	63,49	0,9	70,54	33,86	0,92	36,8	0,7	49,38	110	СІП4х50	3,61	3,61	2	2	СІП4х95	2,34	2,34
1-2	6,04	0,9	6,71	10,26	0,92	11,15	0,7	7,81	88	СІП4х16	0,74	4,35	1,24	3,24	СІП4х16	0,74	3,08
2-3	6,22	0,9	6,91	10,25	0,92	11,14	0,7	7,8	104	СІП4х16	0,9	5,25	1,47	4,71	СІП4х16	0,9	3,98
3-4	5,47	0,9	6,08	9,93	0,92	10,79	0,7	7,55	65	СІП4х16	0,5	5,75	0,89	5,6	СІП4х16	0,5	4,48
4-5	2,81	0,9	3,12	6,93	0,92	7,53	0,7	5,271	52	СІП4х16	0,2	5,95	0,5	6,1	СІП4х16	0,2	4,68
5-6	1,73	0,9	1,92	3,25	0,92	3,53	0,7	2,47	109	СІП4х16	0,59	6,54	1,09	7,19	СІП4х16	0,59	5,27
4-7	3,37	0,9	3,74	6,32	0,92	6,87	0,7	4,81	72	СІП4х16	0,34	6,09	0,9	6,29	СІП4х16	0,34	4,82
7-8	1,97	0,9	2,19	3,68	0,92	4	0,7	2,8	95	СІП4х16	0,58	6,67	1,08	7,37	СІП4х16	0,58	5,4
1-9	37,09	0,9	41,21	12,62	0,92	13,72	0,7	28,85	75	СІП4х50	1,44	5,05	0,48	2,48	СІП4х70	1,12	3,46
9-10	37	0,9	41,11	12,28	0,92	13,35	0,7	28,78	117	СІП4х50	2,24	7,29	0,72	3,2	СІП4х70	1,74	5,2
10-11	36	0,9	45	11,2	0,92	13,49	0,7	31,5	120	СІП4х50	2,51	9,8	0,75	3,95	СІП4х70	2	7,2
11-12	15	0,9	17,14	5	0,92	6,67	0,7	12	80	СІП4х25	1,01	10,81	0,25	4,2	СІП4х50	0,6	7,8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Арк.

36

Таблиця 3.3.2.3 Електричний розрахунок проводів ПЛ-О,38 кВ на ТП-1 лінії 3

№ Розрахунок кової ділянки	Розрахункова потужність на ділянці						Коефіцієнт інерції Динаміч ік	$S_e$ , кВА	$I_{дл}$ , м	Основні проводи	Попередній розрахунок на ДУ						Кінцевий розрахунок на ДУ					
	Денна			Вечірня							При денному навантаженні		При вечірньому навантаженні		Прийнятні проводи		При денному навантаженні		При вечірньому навантаженні			
	$P_{дл}$ , кВт	$\cos \varphi$	$S_{дл}$ , кВА	$P_{в}$ , кВт	$\cos \varphi$	$S_{в}$ , кВА					$K_d$	На розраху- нкової ділянці	Від ТП	На розраху- нкової ділянці	Від ТП	СІП4х120	На розраху- нкової ділянці	Від ТП	На розраху- нкової ділянці	Від ТП		
ТП-1	52,25	0,9	58,06	40,92	0,92	44,48	0,7	40,64	200	СІП4х50	5,4	5,4	4,14	4,14	2,79	2,79						
1-2	49,85	0,9	55,39	38,52	0,92	41,87	0,7	38,77	120	СІП4х50	30,9	8,49	2,33	6,47	1,59	4,33						
2-3	47,65	0,9	52,39	36,57	0,92	39,75	0,7	37,06	117	СІП4х50	2,88	11,37	2,15	8,62	1,49	5,82						
3-4	35,7	0,9	39,67	27,14	0,92	29,5	0,7	27,77	90	СІП4х50	1,66	13,03	1,16	9,78	0,86	6,68						
4-5	34,8	0,9	38,67	29,59	0,92	26,73	0,7	27,07	92	СІП4х50	1,65	16,68	1,14	10,92	0,85	7,53						
5-6	34,05	0,9	48,64	22,49	0,92	29,99	0,7	34,05	59	СІП4х50	0,9	15,58	0,8	11,72	0,48	8,01						
6-7	4,71	0,9	5,89	13,14	0,92	15,83	0,7	1,08	48	СІП4х25	0,22	15,8	0,6	12,32	0,07	8,08						
7-8	1,92	0,9	2,13	3,68	0,92	3,87	0,7	2,71	105	СІП4х16	0,63	16,43	1,15	13,47	0,05	8,13						
6-9	21,6	0,9	30,86	12,76	0,92	17,01	0,7	21,6	48	СІП4х35	0,86	16,44	0,49	12,21	0,37	8,38						
9-10	1,73	0,9	1,92	3,25	0,92	3,53	0,7	2,47	63	СІП4х16	0,34	16,78	0,63	12,84	0,03	8,41						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Таблиця 3.3.2.4 Електричний розрахунок проводів ПЛ-0,38 кВ на ТП-2

№ Розрахунок кової Ділянки	Розрахункова потужність на ділянці				Коефіцієнт Динаміч іки	$S_{ев}$ кВА	$l_{длр}$ м	Основні проводи	Попередній розрахунок на ΔУ				Кінцевий розрахунок на ΔУ					
	Денна		Вечірня						При денному навантаженні		При вечірньому навантаженні		При денному навантаженні		При вечірньому навантаженні			
	$P_{дл}$ кВт	$\cos \varphi$	$S_{дл}$ кВА	$P_{вв}$ кВт					$\cos \varphi$	$S_{вв}$ кВА	$K_{д}$	На розраху- нковій ділянці	Від ТП	На розраху- нковій ділянці	Від ТП	На розраху- нковій ділянці	Від ТП	
Лінія 1																		
ТП-1	25	0,7	17,5	11,2	0,75	8,4	0,7	120	СІП4х16	2,25	2,25	1,13	1,13					
1-2	5	0,7	3,5	2	0,75	1,5	0,7	100	СІП4х16	0,37	2,62	0,17	1,3					
Лінія 2																		
ТП-1	54	0,7	77,14	45,6	0,75	60,8	0,7	70	СІП4х50	2,41	2,41	1,94	1,94	СІП4х25	3,99	3,26	3,26	
1-2	15	0,7	21,43	1	0,75	1,33	0,7	100	СІП4х25	1,58	3,99	0,1	2,04	СІП4х25	1,58	5,57	0,1	3,33
Лінія 3																		
ТП-1	46,31	0,7	32,42	24,57	0,75	18,43	0,7	120	СІП4х50	1,74	1,74	1,01	1,01	СІП4х25	2,87	2,87	1,7	1,7
1-2	24,45	0,7	17,12	23,97	0,75	17,98	0,7	100	СІП4х35	0,99	2,73	1,07	2,08	СІП4х25	1,26	4,13	1,37	3,07
2-3	10,17	0,7	7,12	9,63	0,75	7,22	0,7	100	СІП4х16	0,76	3,49	0,81	2,89	СІП4х16	0,76	4,86	0,81	3,88
3-4	6,3	0,7	4,41	2,7	0,75	2,03	0,7	100	СІП4х16	0,47	3,96	0,23	3,12	СІП4х16	0,47	5,36	0,23	4,11
4-5	5	0,7	3,5	1	0,75	0,75	0,7	100	СІП4х16	0,37	4,33	0,08	3,2	СІП4х16	0,37	5,73	0,08	4,19

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

Арк.

38



### 3.3.3. Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення

Для розрахунку перерізу фонарного проводу. Потрібно визначити кількість світильників на кожній з ліній.

$$n = \frac{P_{в.о}}{P_{л}}$$

де  $P_{л}$  – потужність лампи

$$P_{л} = 250 \text{ Вт}$$

$$n_{л-1} = \frac{P_{в.о л-1}}{P_{л}} = \frac{5483}{250} = 21,9 \approx 22 \text{ шт.}$$

$$n_{л-2} = \frac{P_{в.о л-2}}{P_{л}} = \frac{4276}{250} = 17,1 \approx 17 \text{ шт.}$$

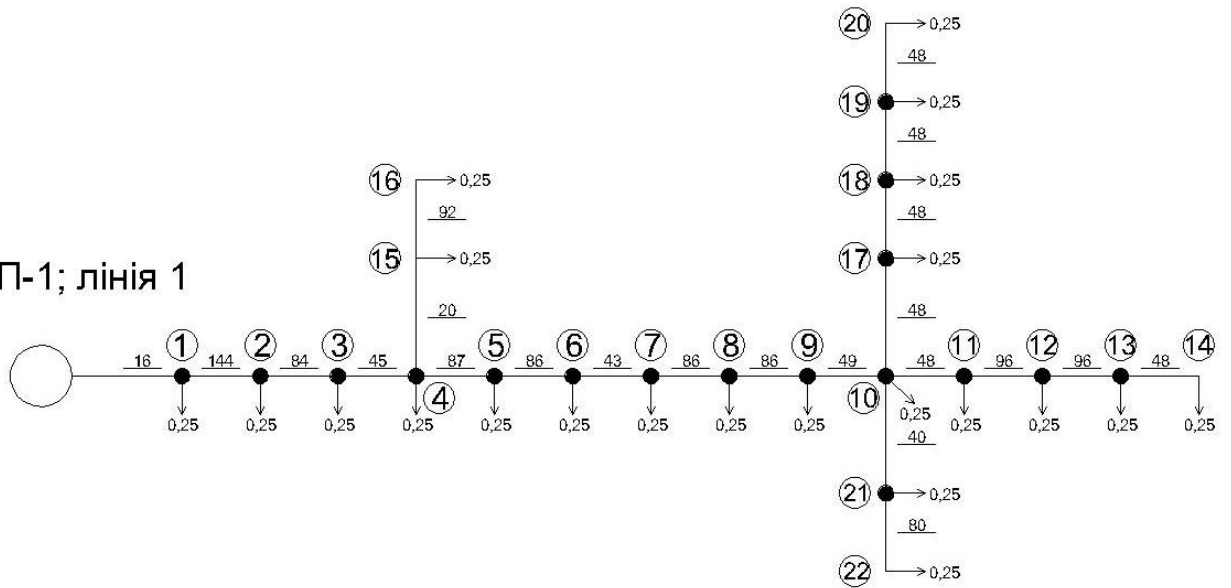
$$n_{л-3} = \frac{P_{в.о л-3}}{P_{л}} = \frac{4487}{250} = 17,9 \approx 18 \text{ шт.}$$

Отриману кількість світильників на лінії розподіляємо таким чином. Спочатку встановлюємо світильники біля номерних приміщень на тих опорах звідки буде виконуватися ввід в приміщення. Потім на кінцевих опорах ліній, кутових і відгалуджувальних на лінії 3 встановлюємо світильник біля підстанції. Решту світильників роз приділяємо порівну на опорах, що залишились. Після розподілу світильників на лініях, складаємо розрахункові схеми.

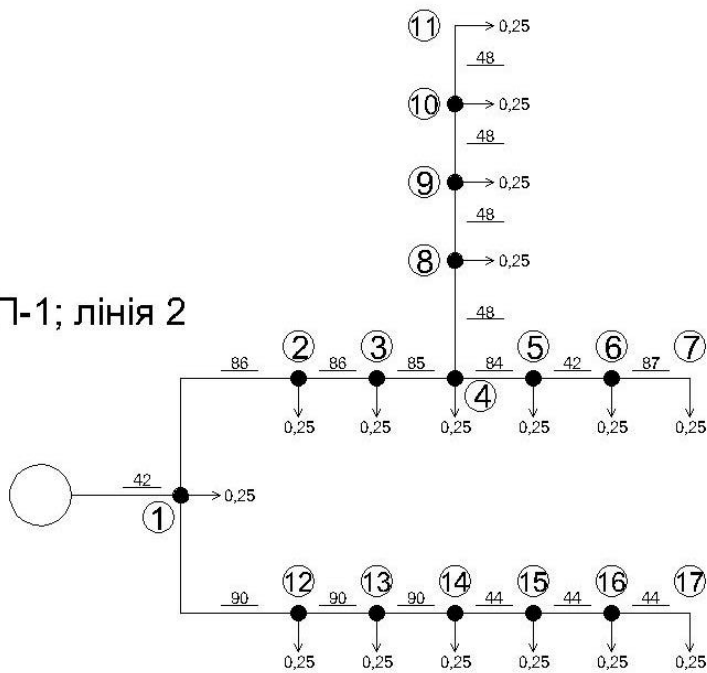
					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Розрахункові схема вуличного освітлення

ТП-1; лінія 1

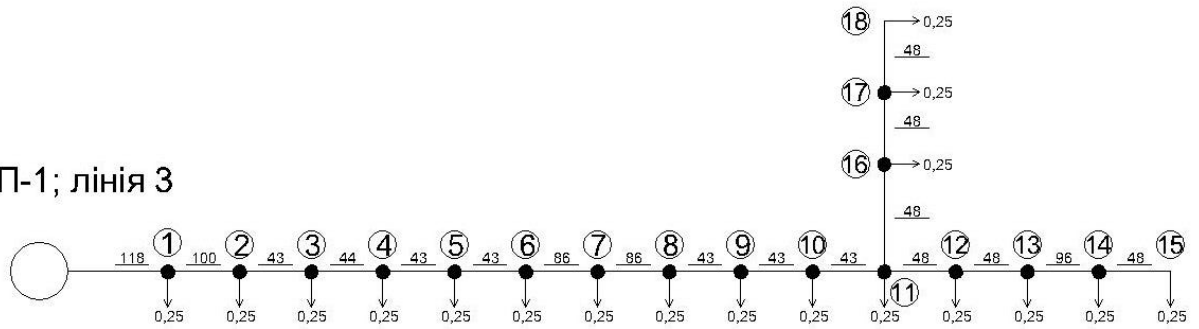


ТП-1; лінія 2

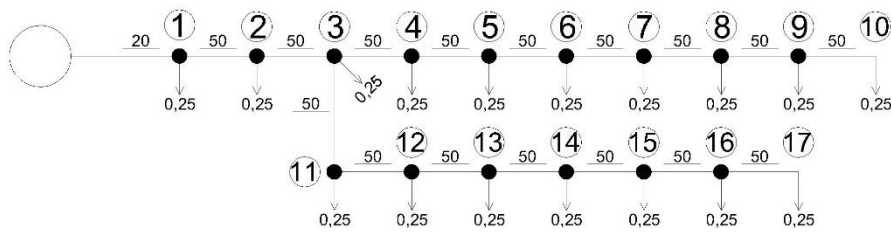


					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

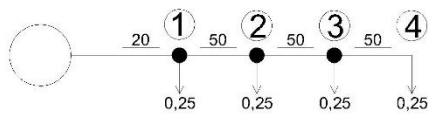
ТП-1; лінія 3



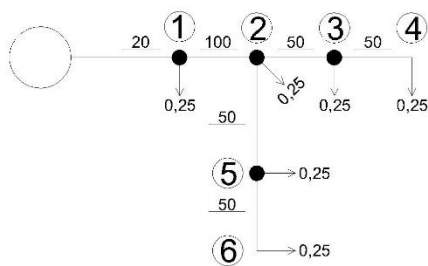
ТП-2 лінія 3







ТП-2 лінія 2



ТП-2 лінія 1



-  Трансформаторна підстанція;
-  Точка прикладання навантаження;
-  Довжина розрахункової ділянки, м;
-  Потужність однієї лампи, кВт;

Після складання розрахункових схем заповнюємо таблицю «Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення»

В залежності від розрахункової потужності на ділянках вибираємо ліхтарний провід який перевіряємо на допустимі втрати напруги.

Проведемо розрахунки лінії 2

$$\Delta U_{ТП-1} = \Delta U_{пит} \cdot S_{ТП-1} \cdot l_{ТП-1} = 3,797 \cdot 4,25 \cdot 0,042 = 0,68 \%$$

$$\Delta U_{1-2} = \Delta U_{пит} \cdot S_{1-2} \cdot l_{1-2} = 3,797 \cdot 2,5 \cdot 0,086 = 0,81 \%$$

$$\Delta U_{2-3} = \Delta U_{пит} \cdot S_{2-3} \cdot l_{2-3} = 3,797 \cdot 2,25 \cdot 0,086 = 0,73 \%$$

$$\Delta U_{3-4} = \Delta U_{пит} \cdot S_{3-4} \cdot l_{3-4} = 3,797 \cdot 2 \cdot 0,085 = 0,64 \%$$

$$\Delta U_{4-5} = \Delta U_{пит} \cdot S_{4-5} \cdot l_{4-5} = 3,797 \cdot 0,75 \cdot 0,084 = 0,24 \%$$

$$\Delta U_{5-6} = \Delta U_{пит} \cdot S_{5-6} \cdot l_{5-6} = 3,797 \cdot 0,5 \cdot 0,042 = 0,08 \%$$

$$\Delta U_{6-7} = \Delta U_{пит} \cdot S_{6-7} \cdot l_{6-7} = 3,797 \cdot 0,25 \cdot 0,087 = 0,08 \%$$

$$\Delta U_{7-8} = \Delta U_{пит} \cdot S_{7-8} \cdot l_{7-8} = 3,797 \cdot 1 \cdot 0,048 = 0,18 \%$$

$$\Delta U_{8-9} = \Delta U_{пит} \cdot S_{8-9} \cdot l_{8-9} = 3,797 \cdot 0,75 \cdot 0,048 = 0,14 \%$$

$$\Delta U_{9-10} = \Delta U_{пит} \cdot S_{9-10} \cdot l_{9-10} = 3,797 \cdot 0,5 \cdot 0,048 = 0,09 \%$$

$$\Delta U_{10-11} = \Delta U_{пит} \cdot S_{10-11} \cdot l_{10-11} = 3,797 \cdot 0,25 \cdot 0,048 = 0,05 \%$$

$$\Delta U_{11-12} = \Delta U_{пит} \cdot S_{11-12} \cdot l_{11-12} = 3,797 \cdot 1,5 \cdot 0,09 = 0,51 \%$$

$$\Delta U_{12-13} = \Delta U_{пит} \cdot S_{12-13} \cdot l_{12-13} = 3,797 \cdot 1,25 \cdot 0,09 = 0,43 \%$$

$$\Delta U_{13-14} = \Delta U_{пит} \cdot S_{13-14} \cdot l_{13-14} = 3,797 \cdot 1 \cdot 0,09 = 0,34 \%$$

$$\Delta U_{14-15} = \Delta U_{пит} \cdot S_{14-15} \cdot l_{14-15} = 3,797 \cdot 0,75 \cdot 0,044 = 0,13 \%$$

$$\Delta U_{15-16} = \Delta U_{пит} \cdot S_{15-16} \cdot l_{15-16} = 3,797 \cdot 0,5 \cdot 0,044 = 0,08 \%$$

$$\Delta U_{16-17} = \Delta U_{пит} \cdot S_{16-17} \cdot l_{16-17} = 3,797 \cdot 0,25 \cdot 0,044 = 0,04 \%$$

$$\Delta U_{\phi} \leq \Delta U_{доп}$$

$$3,32 < 7,8 \%$$

Отже фактичні втрати напруги не перевищують допустимі, провід вибрано вірно

Для ліній 1 і 3 розрахунок проводимо аналогічно і данні розрахунків заносимо до таблиць 3.3.3.1-3.3.3.2

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 3.3.3.1 Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення ТП-1 лінії 1

№ розрахункової ділянки	Розрахункова потужність, кВт	Довжина ділянки, м	Прийнятий ліхтарний провод	Попередній розрахунок на ΔU	
				На розрахунковій ділянці	Від ТП
ТП-1	5,5	16	СІП1х50	0,11	0,11
1-2	5,25	144	СІП1х50	0,92	1,03
2-3	5	84	СІП1х50	0,51	1,54
3-4	4,75	45	СІП1х50	0,26	1,8
4-5	4	87	СІП1х50	0,43	2,22
5-6	3,75	86	СІП1х50	0,39	2,61
6-7	3,5	43	СІП1х50	0,18	2,79
7-8	3,25	86	СІП1х50	0,34	3,13
8-9	3	86	СІП1х50	0,31	3,44
9-10	2,75	49	СІП1х50	0,16	3,6
10-11	1	48	СІП1х50	0,06	3,66
11-12	0,75	96	СІП1х50	0,09	3,75
12-13	0,5	96	СІП1х50	0,06	3,81
13-14	0,25	48	СІП1х50	0,01	3,82
4-15	0,5	20	СІП1х50	0,04	1,84
15-16	0,25	92	СІП1х16	0,09	1,93
10-17	1	48	СІП1х16	0,18	3,78
17-18	0,75	48	СІП1х16	0,14	3,97
18-19	0,5	48	СІП1х16	0,09	4,01
19-20	0,25	48	СІП1х16	0,05	4,06
10-21	0,5	40	СІП1х16	0,08	1,88
21-22	0,25	80	СІП1х16	0,07	1,95

Таблиця 3.3.3.2 Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення ТП-1 лінії 2

№ розрахункової ділянки	Розрахункова потужність, кВт	Довжина ділянки, м	Прийнятий ліхтарний провод	Попередній розрахунок на $\Delta U$	
				На розрахунковій ділянці	Від ТП
ТП-1	4,25	42	СІП1х16	0,68	0,68
1-2	2,5	86	СІП1х16	0,81	1,49
2-3	2,25	86	СІП1х16	0,73	2,22
3-4	2	85	СІП1х16	0,64	2,86
4-5	0,75	84	СІП1х16	0,24	3,1
5-6	0,5	42	СІП1х16	0,08	3,18
6-7	0,25	87	СІП1х16	0,08	3,26
4-8	1	48	СІП1х16	0,18	3,04
8-9	0,75	48	СІП1х16	0,14	3,18
9-10	0,5	48	СІП1х16	0,09	3,27
10-11	0,25	48	СІП1х16	0,05	3,32
1-12	1,5	90	СІП1х16	0,51	1,19
12-13	1,25	90	СІП1х16	0,48	1,67
13-14	1	90	СІП1х16	0,34	2,01
14-15	0,75	44	СІП1х16	0,13	2,14
15-16	0,5	44	СІП1х16	0,08	2,22
16-17	0,25	44	СІП1х16	0,04	2,26

Таблиця 3.3.3.3 Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення ТП-1 лінії 3

№ розрахункової ділянки	Розрахункова потужність, кВт	Довжина ділянки, м	Прийнятий ліхтарний провод	Попередній розрахунок на $\Delta U$	
				На розрахунковій ділянці	Від ТП
ТП-1	4,5	118	СІП1х25	1,28	1,28
1-2	4,25	100	СІП1х25	1,02	2,3
2-3	4	43	СІП1х25	0,41	2,71
3-4	3,75	44	СІП1х25	0,4	3,11
4-5	3,5	43	СІП1х25	0,36	3,47
5-6	3,25	43	СІП1х25	0,34	3,81
6-7	3	86	СІП1х25	0,62	4,43
7-8	2,75	86	СІП1х25	0,57	5
8-9	2,5	43	СІП1х25	0,26	5,26
9-10	2,25	43	СІП1х25	0,23	5,49
10-11	2	43	СІП1х25	0,21	5,7
11-12	1	48	СІП1х16	0,18	5,88
12-13	0,75	48	СІП1х16	0,14	6,02
13-14	0,5	96	СІП1х16	0,18	6,3
14-15	0,25	48	СІП1х16	0,05	6,25
11-16	0,75	48	СІП1х16	0,14	5,84
16-17	0,5	48	СІП1х16	0,09	5,93
17-18	0,25	48	СІП1х16	0,05	5,98

Таблиця 3.3.3.4 Електричний розрахунок проводів вуличного освітлення ТП-2

№ розрахункової ділянки	Розрахункова потужність, кВт	Довжина ділянки, м	Прийнятий ліхтарний провод	Попередній розрахунок на $\Delta U$	
				На розрахунковій ділянці	Від ТП
Лінія 1					
ТП-1	1,5	20	СІП1х16	0,11	0,11
1-2	1,25	100	СІП1х16	0,47	0,58
2-3	0,5	50	СІП1х16	0,09	0,67
3-4	0,25	50	СІП1х16	0,05	0,72
4-5	0,5	50	СІП1х16	0,09	0,81
5-6	0,25	100	СІП1х16	0,09	0,9
Лінія 2					
ТП-1	1	20	СІП1х16	0,07	0,07
1-2	0,75	50	СІП1х16	0,14	0,21
2-3	0,5	50	СІП1х16	0,09	0,3
3-4	0,25	50	СІП1х16	0,05	0,35
Лінія 3					
ТП-1	4,25	20	СІП1х16	0,32	0,32
1-2	4	50	СІП1х16	0,76	1,08
2-3	3,75	50	СІП1х16	0,71	1,79
3-4	1,75	50	СІП1х16	0,33	2,12
4-5	1,5	100	СІП1х16	0,57	2,69
5-6	1,25	50	СІП1х16	0,24	2,93
6-7	1	50	СІП1х16	0,19	3,12
7-8	0,75	50	СІП1х16	0,14	3,26
8-9	0,5	50	СІП1х16	0,09	3,35
9-10	0,25	50	СІП1х16	0,05	3,4
3-11	1,75	50	СІП1х16	0,33	2,12
11-12	1,5	50	СІП1х16	0,28	2,4
12-13	1,25	50	СІП1х16	0,24	2,64
13-14	1	50	СІП1х16	0,19	2,93
14-15	0,75	50	СІП1х16	0,14	3,07
15-16	0,5	50	СІП1х16	0,08	3,16
16-17	0,25	100	СІП1х16	0,09	3,25



#### 4. Конструкційне виконання ПЛ-0,38 кВ

Спорудження повітряної лінії 0,38 кВ передбачене на типових опорах, які прийняті згідно з типовим проектом серії 3.407.1-136 («Залізобетонні опори ВЛ-0,38 кВ», випуск 1).

В проекті провісних розрахункові схеми, прийняті для установки опор, де вказані їхні габарити, з яких елементів складаються ці опори. Вказати на спосіб установки опор на лініях. Подати технологію монтажу проводів конструктивні виконання вводів в будинки, приймаємо для цього типовий проект 3.407.1-82 «Вводи в приміщення до 1кВ».

В проекті передбачати установку світильників зовнішнього освітлення з приведенням розмірів конструкції по встановленню світильників на опорах.

Типи опор:

Проміжна опора – П1

Проміжна перехресна – ПК1

Кутова проміжна – УК1

Кінцева – К1

Кутова анкерна опора – УА-1

Відгалужувальна анкерна опора – ОА-1

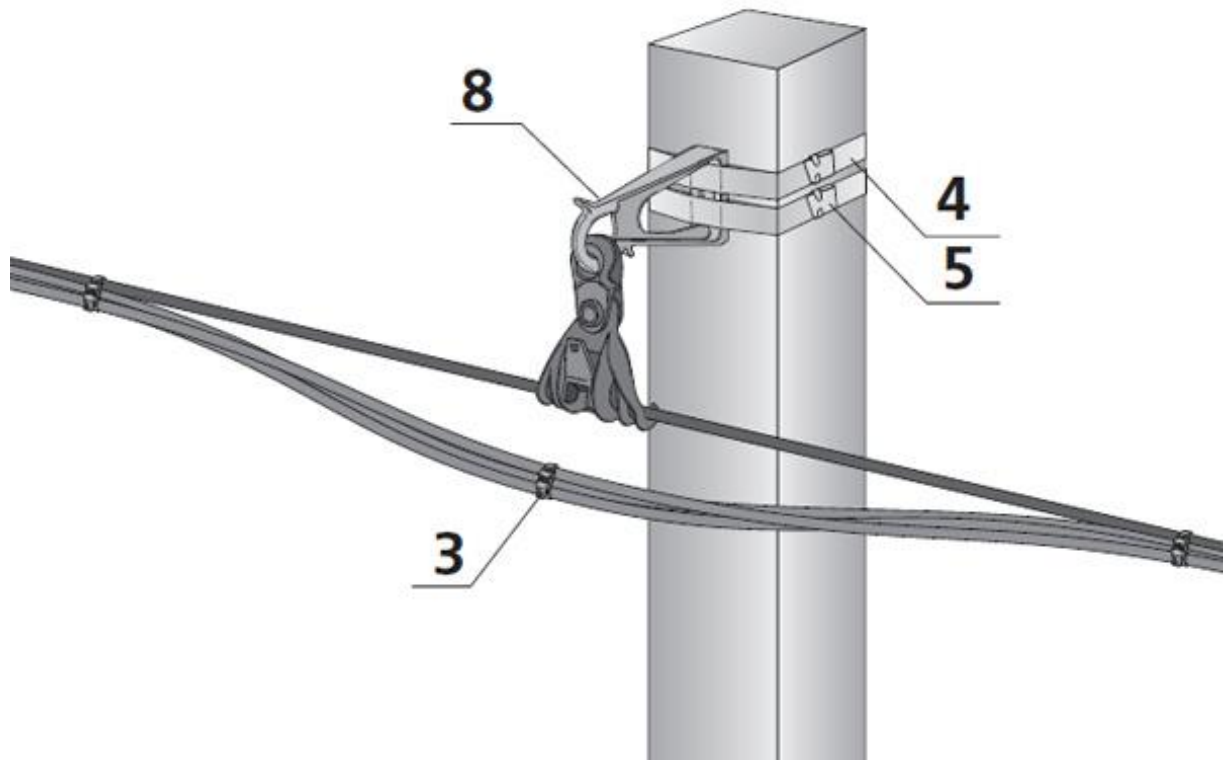
Марки світильників:

НКУ01-200/Д23-01-У1

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

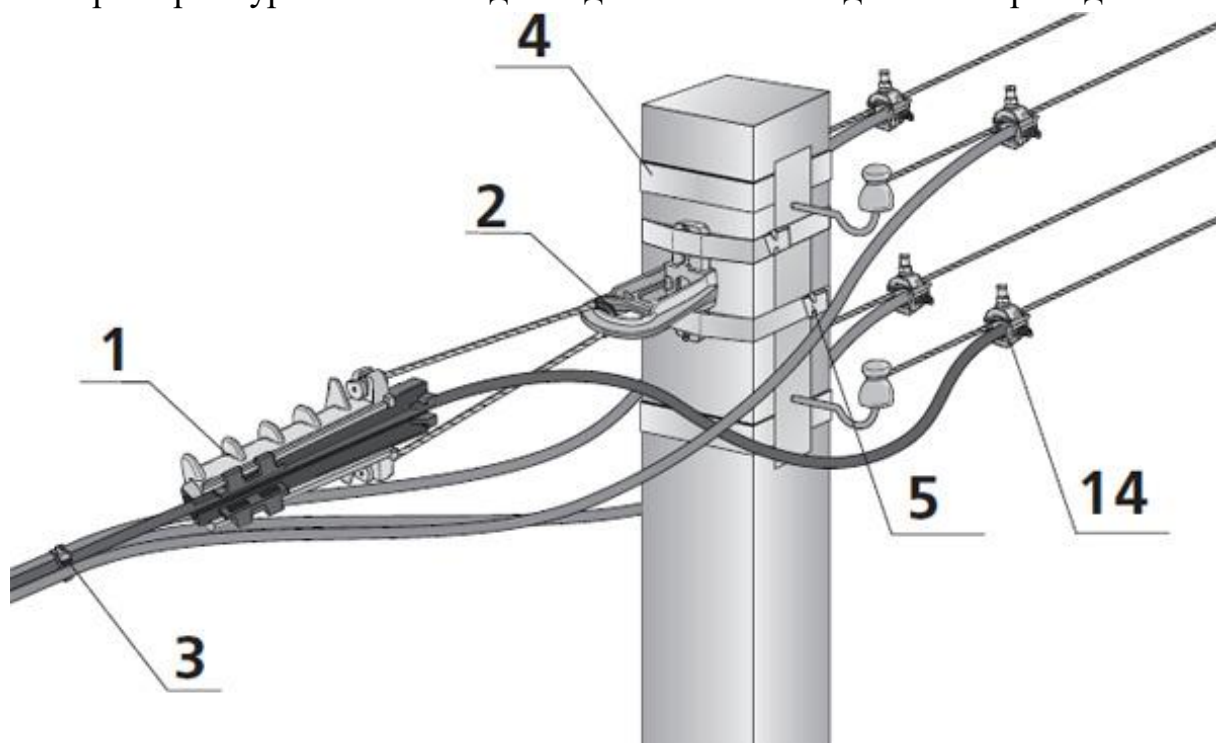
№	Назва арматури
1	Анкерний захим ЗАН-1500
2	Анкерний кронштейн КА-1500
3	Стежки нейлонові посилені КСУ
4	Стрічка трипільна з нержавіючої сталі ЛКС-2007
5	Скріпи (бугель) з нержавіючої сталі СМ(БМ)-20
8	Комплект проміжної підвіски КПП-1500
9	Анкерний затиск для проводів абонента ЗАБ-25
10	Затиск проколює відгалуджувальні ЗПО
14	Затиск проколює відгалуджувальні для з'єднання СПІ з голим проводом ЗПГО
15	Обмежувач напруги ОПН

Проміжна арматура СПІ для основної лінії

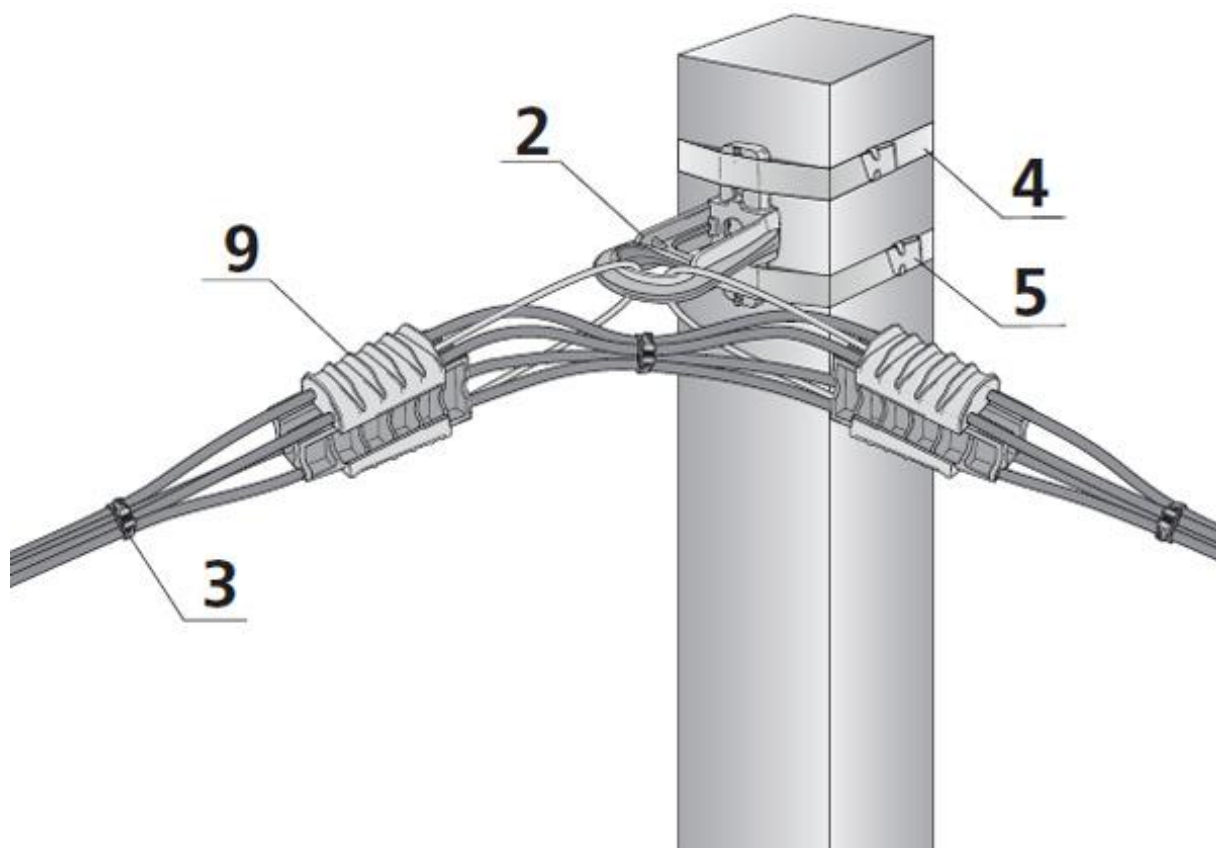


					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Анкерна арматура і затискачі для підключення СПП до голих проводів



Анкерна арматура для СПП абонентів



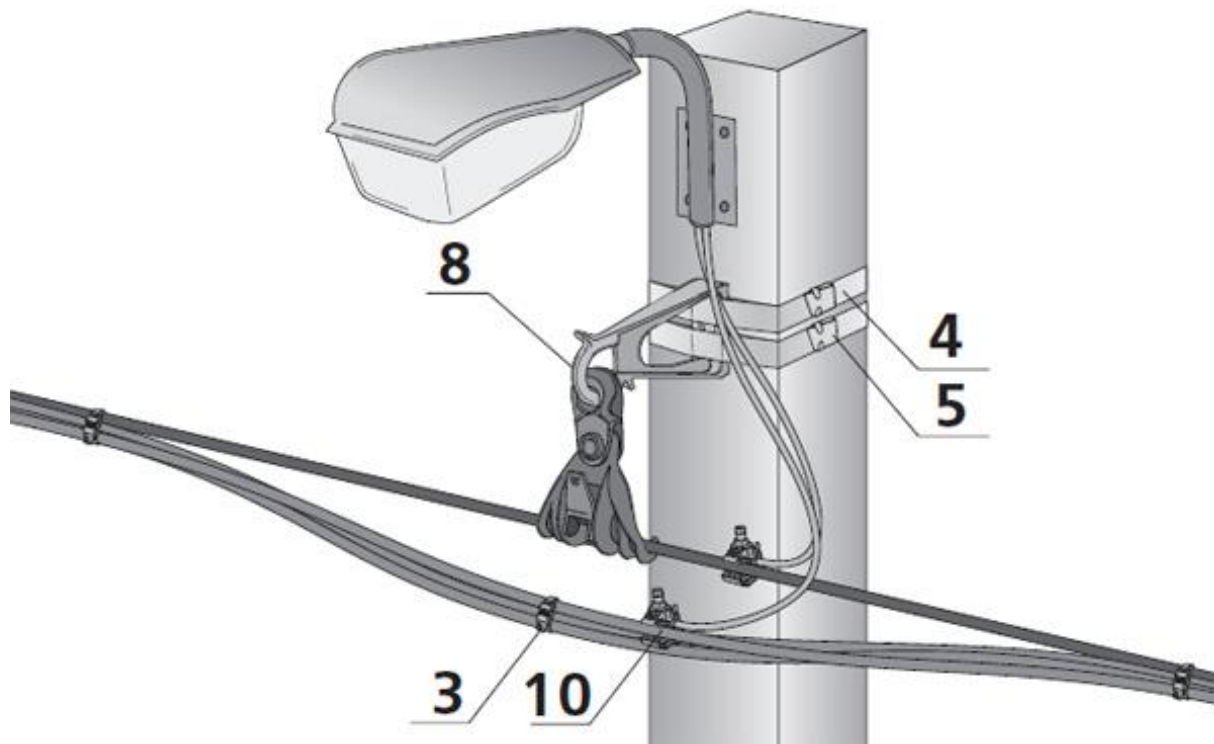
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

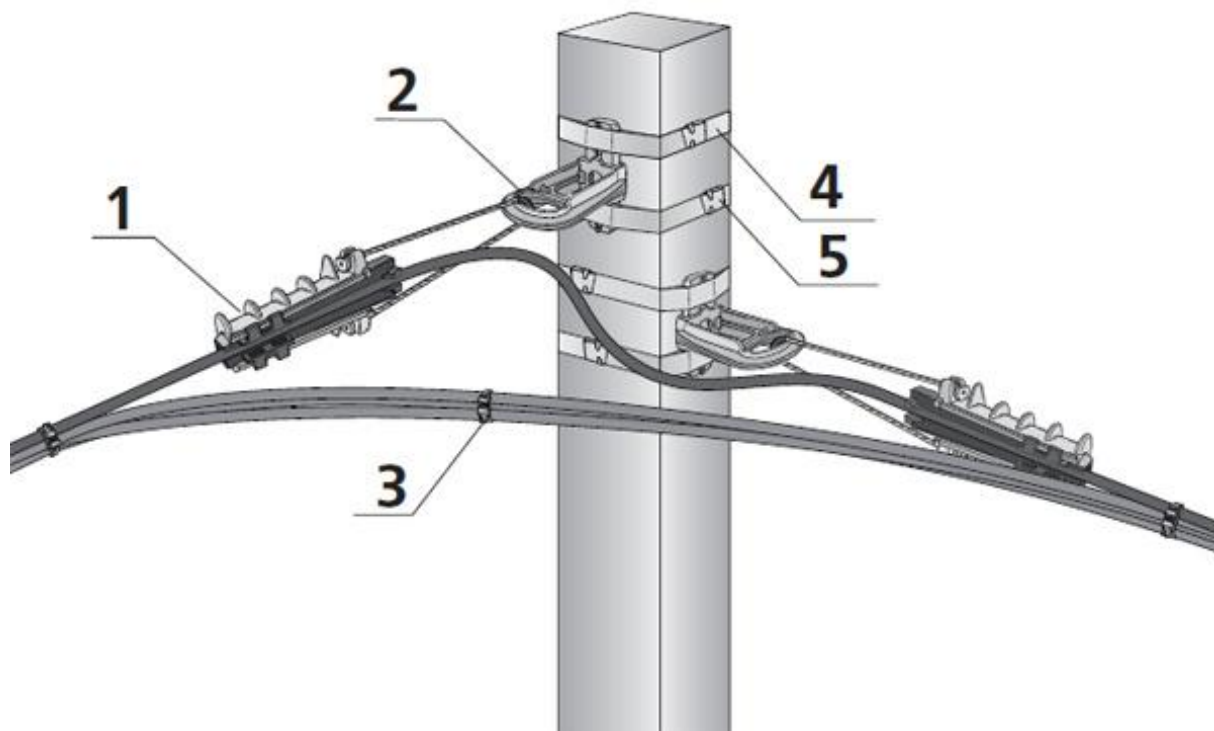
Арк.

49

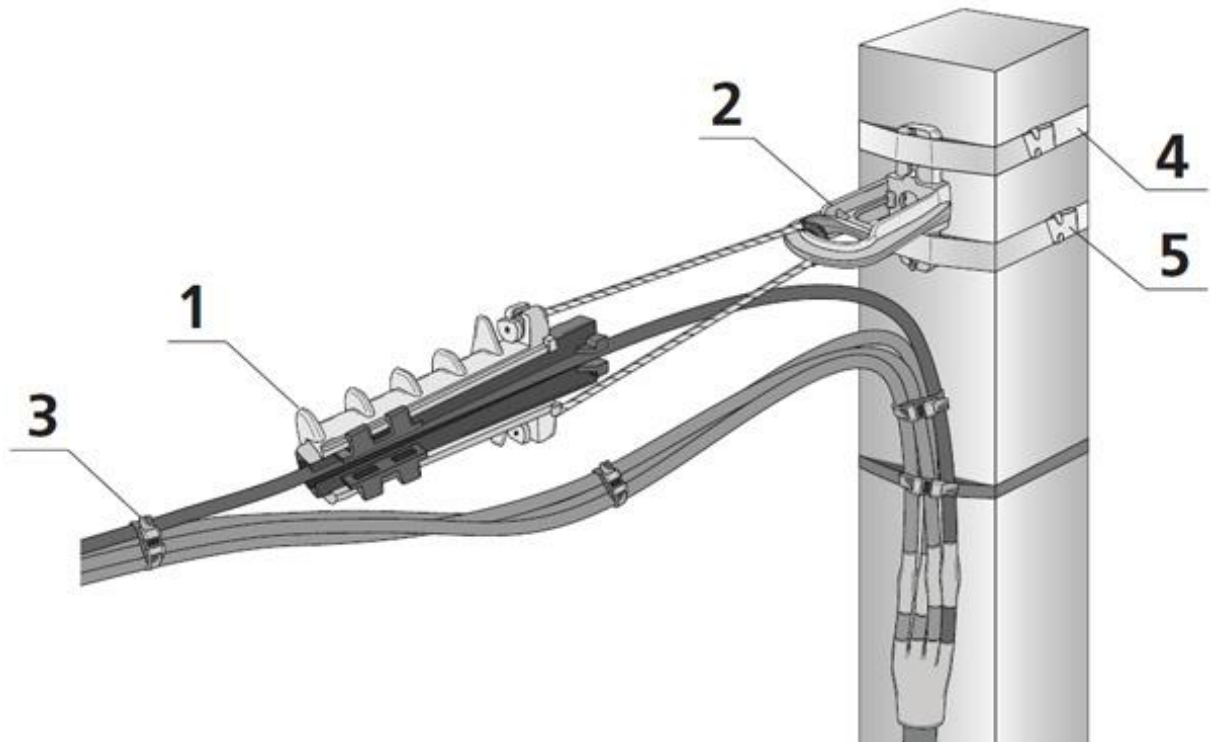
# Проміжна арматура СПП і монтаж вуличного освітлення



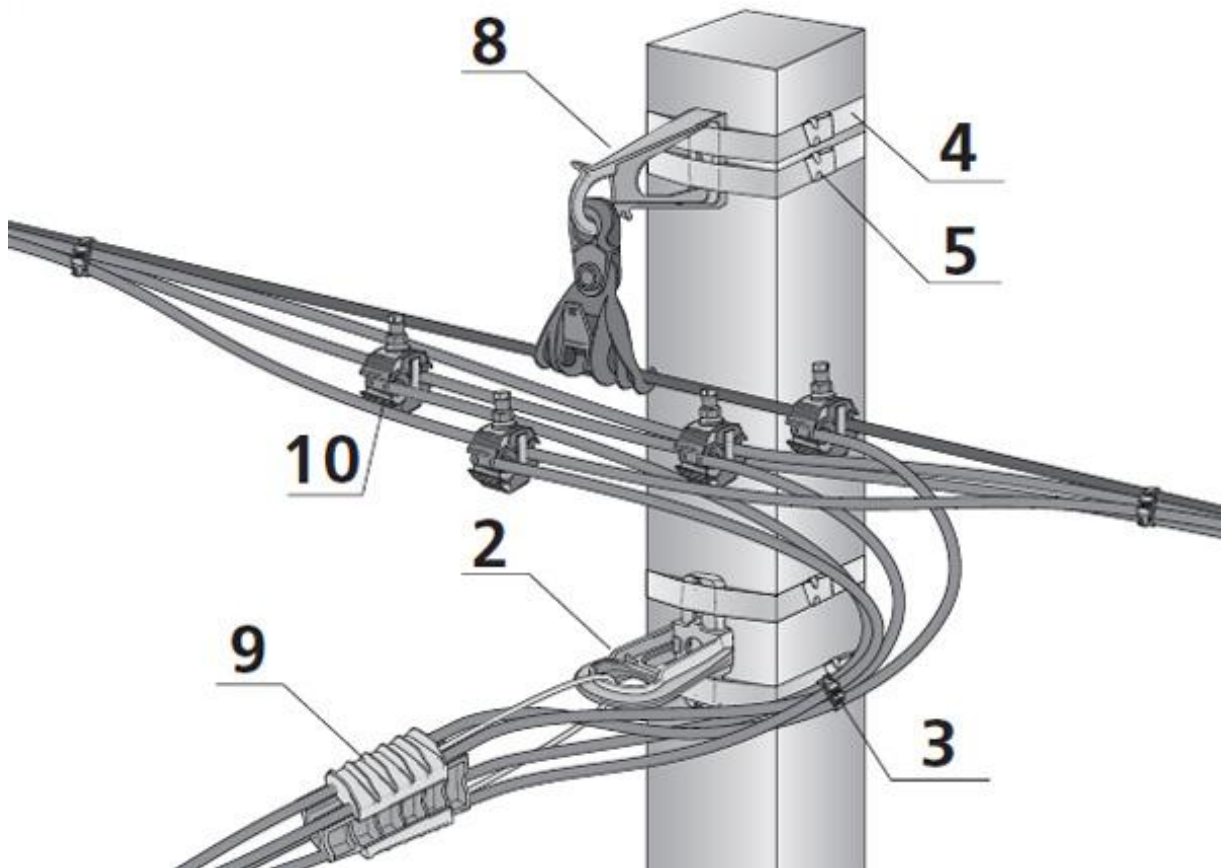
## Подвійне анкерне кріплення СПП при кутах відхилення 90°



Анкерне кріплення і з'єднання СПП із силовим кабелем

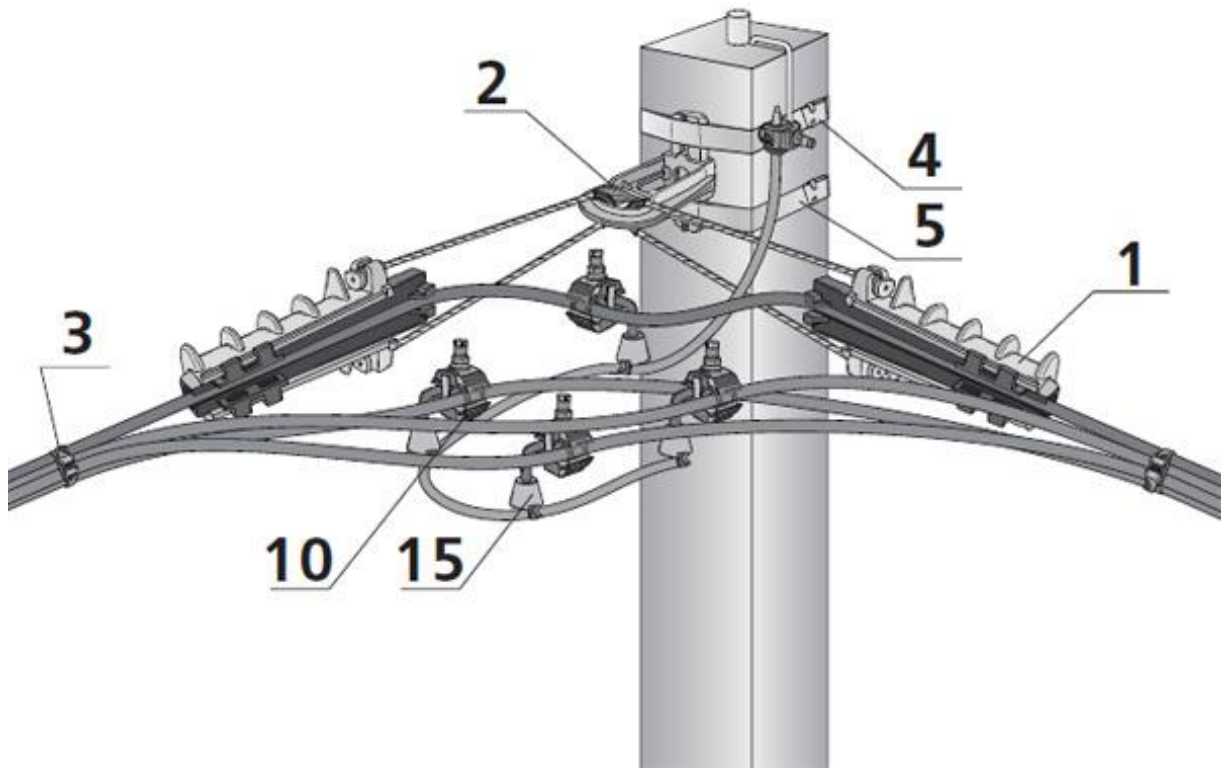


Проміжна арматура СПП і абонентське відгалуження



Подвійне анкерне кріплення при відхиленні напрямку лінії  $\leq 100^\circ$  з установкою ОПН

										Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ					



					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## 5. Розрахунок струмів коротких замикань

### 5.1. Розрахунок струмів коротких замикань лінії 35 та 10 кВ.

Розрахунок струмів короткого замикання необхідний для перевірки вибраної апаратури на термічну і електродинамічну стійкість, чутливості релейного захисту і для узгодження характеристик релейного захисту лінії 10 кВ з характеристиками запобіжників ТП-10/0,4 кВ.

За струмами короткого замикання розраховують і вибирають вставки релейного захисту та заземлюючі пристрої підстанції.

Вихідною величиною для розрахунку струмів короткого замикання є потужність короткого замикання на шинах 35 кВ районної трансформаторної підстанції. Розрахунок с.к.з. проводимо у відносних одиницях

#### Вихідні данні

Позначення	Значення	Пояснення
$S_6$	100 МВА	Базисна потужність
$U_{л35}$	35 кВ	Напруга ПЛ
$S_{кз}$	110 МВА	Напруга короткого замикання в точці К0
$L_{л35}$	19,8 км	Довжина лінії
$X_{0\ 35}$	0,4 Ом/км	Питомий індуктивний опір лінії
$R_{0\ 35}$	0,31 Ом/км	Питомий активний опір лінії живлення для СП-95
$S_{НРТП}$	2500 кВА	Номінальна потужність силового трансформатора РТП
N	1 шт.	Кількість силових трансформаторів на РТП
$U_{кзРТП}$	6.05 %	Напруга короткого замикання силового трансформатора районної трансформаторної підстанції
$X_{0\ 10}$	0.4 Ом/км	Питомий індуктивний опір розподільної лінії 10кВ
$R_{0\ 10}$	0,6 Ом/км	Питомий активний опір розподільної лінії 10 кВ, для СП-50

										Арк.
										53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

$U_{л10}$	10 кВ	Напряга розподільчої лінії 10 кВ
$K_y$	1,7	Коефіцієнт ударного струму
$L_{л10}$	15,6 км	Довжина лінії

Схема електричної мережі

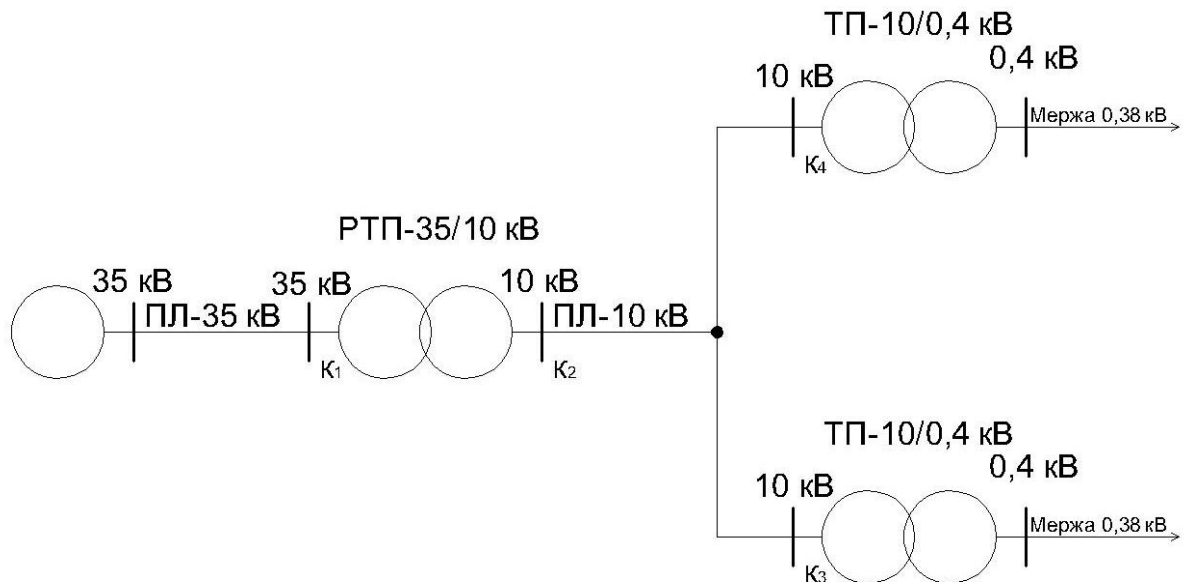
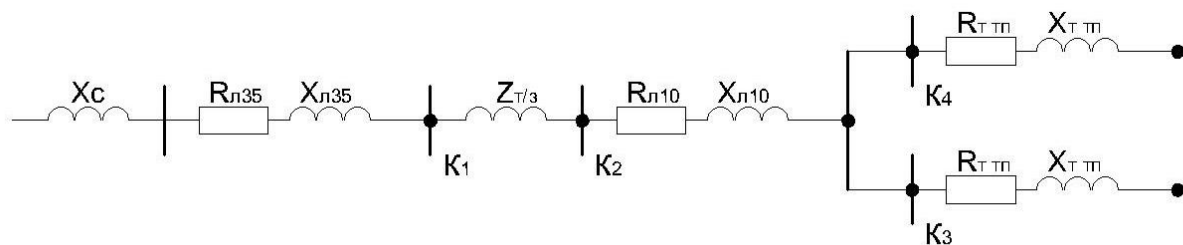


Схема заміщення електричної мережі





Опір системи становить:

$$X_c = \frac{S_6}{S_{кз}} = \frac{100}{110} = 0,91$$

Індуктивний та реактивний опір лінії 35 кВ визначаємо за формулою:

$$X_{л35} = X_{0\ 35} \cdot L_{л35} \cdot \frac{S_6}{U_{л35}^2} = 0,4 \cdot 19,8 \cdot \frac{100}{35^2} = 0,65$$

$$R_{л35} = R_{0\ 35} \cdot L_{л35} \cdot \frac{S_6}{U_{л35}^2} = 0,31 \cdot 19,8 \cdot \frac{100}{35^2} = 0,5$$

Індуктивний опір силового трансформатора

$$Z_{ТРТП} = X_{ТРТП} = U_{кзТРТП} \cdot \frac{S_6}{100 \cdot S_{нРТП} \cdot N} = 6,05 \cdot \frac{100}{100 \cdot 2500 \cdot 1} = 0,0024$$

Індуктивний та реактивний опір лінії 10 кВ визначаємо за формулою:

$$X_{л10} = X_{0\ 10} \cdot L_{л10} \cdot \frac{S_6}{U_{л10}^2} = 0,4 \cdot 15,6 \cdot \frac{100}{10^2} = 6,24$$

$$R_{л10} = R_{0\ 10} \cdot L_{л10} \cdot \frac{S_6}{U_{л10}^2} = 0,6 \cdot 15,6 \cdot \frac{100}{10^2} = 9,36$$

Розраховуємо струм короткого замикання у точці К1, кА

$$X_{К1} = X_c + X_{л35} = 0,91 + 0,65 = 1,54$$

$$Z_{К1} = \sqrt{X_{К1}^2 + R_{л35}^2} = \sqrt{1,54^2 + 0,5^2} = 1,61$$

Базисний струм

$$I_{б35} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{л35}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 35} = 1,65 \text{ кА}$$

Трифазні струми коротких замикань визначаємо за формулою, кА:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{I_{б35}}{Z_{К1}} = \frac{1,65}{1,61} = 1,02 \text{ кА}$$

Ударний струм короткого замикання визначаємо за формулою, кА:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{кз}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,7 \cdot 1,02 = 2,45 \text{ кА}$$

Двофазний струм короткого замикання визначаємо за формулою, кА:

$$I_{кз}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{кз}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,02 = 0,88 \text{ кА}$$

Діюче значення короткого замикання визначаємо за формулою, кА:

$$I_d = I_{кз}^{(3)} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_y - 1)} = 1,02 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,7 - 1)} = 1,46 \text{ кА}$$

										Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Розраховуємо струми короткого замикання у точці К2:

$$X_{K2} = X_{K1} + X_{ТРТП} = 1,54 + 0,0024 = 1,5424$$

$$Z_{K2} = \sqrt{X_{K2}^2 + R_{Л35}^2} = \sqrt{1,5424^2 + 0,31^2} = 1,57$$

Базисний струм в т.К2:

$$I_{610} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{Л10}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 5,77 \text{кА}$$

Знаходимо трифазний струм короткого замикання в т.К2:

$$I_{K3}^{(3)} = \frac{I_{610}}{Z_{K2}} = \frac{5,77}{1,57} = 3,67 \text{кА}$$

Знаходимо ударний струм короткого замикання в т.К2:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K3}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,7 \cdot 3,67 = 8,58 \text{кА}$$

Знаходимо двофазний струм короткого замикання в т.К2:

$$I_{K3}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{K3}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 3,67 = 3,09 \text{кА}$$

Знаходимо діюче значення короткого замикання в т.К2

$$I_d = I_{K3}^{(3)} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_y - 1)} = 3,67 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,7 - 1)} = 5,68 \text{кА}$$

Так як довжина лінії 10 кВ до т.К3 і т.К4 однакова і лінія виконана однаковою маркою проводу струми коротких замикань в цих точках будуть рівні.

Розраховуємо струми коротких замикань в т.К3 і т.К4

$$X_{K3} = X_{K2} + X_{Л10} = 1,5424 + 6,24 = 7,78$$

$$R_{K3} = R_{Л35} + R_{Л10} = 0,5 + 9,36 = 9,86$$

$$Z_{K3} = \sqrt{X_{K3}^2 + R_{K3}^2} = \sqrt{7,78^2 + 9,86^2} = 12,56$$

Знаходимо трифазний струм короткого замикання для т.К3 і т.К4:

$$I_{K3}^{(3)} = \frac{I_{610}}{Z_{K3}} = \frac{5,77}{12,56} = 0,46 \text{кА}$$

Знаходимо ударний струм короткого замикання для т.К3 і т.К4:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K3}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,7 \cdot 0,46 = 1,11 \text{кА}$$

Знаходимо двофазний струм короткого замикання для т.К3 і т.К4:

$$I_{K3}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{K3}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,46 = 0,4 \text{кА}$$

Знаходимо діюче значення короткого замикання для т.К3 і т.К4:

$$I_d = I_{K3}^{(3)} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_y - 1)} = 0,46 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,7 - 1)} = 0,71 \text{кА}$$

Таблиця 5.1.1 Результати розрахунків струмів коротких замикань

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Точка схеми	Опір до розрахункової точки	Базисний струм	Трифазний струм К.З.	Ударний струм К.З.	Двофазний струм К.З.	Діюче значення ударного струму К.З.
К1	1,54	1,65	1,02	2,45	0,88	1,46
	1,61					
К2	1,5424	5,77	3,37	8,58	3,09	5,68
	1,57					
К3	7,78	5,77	0,46	1,11	0,4	0,71
	9,86					
	12,56					
К4	7,78	5,77	0,46	1,11	0,4	0,71
	9,86					
	12,56					

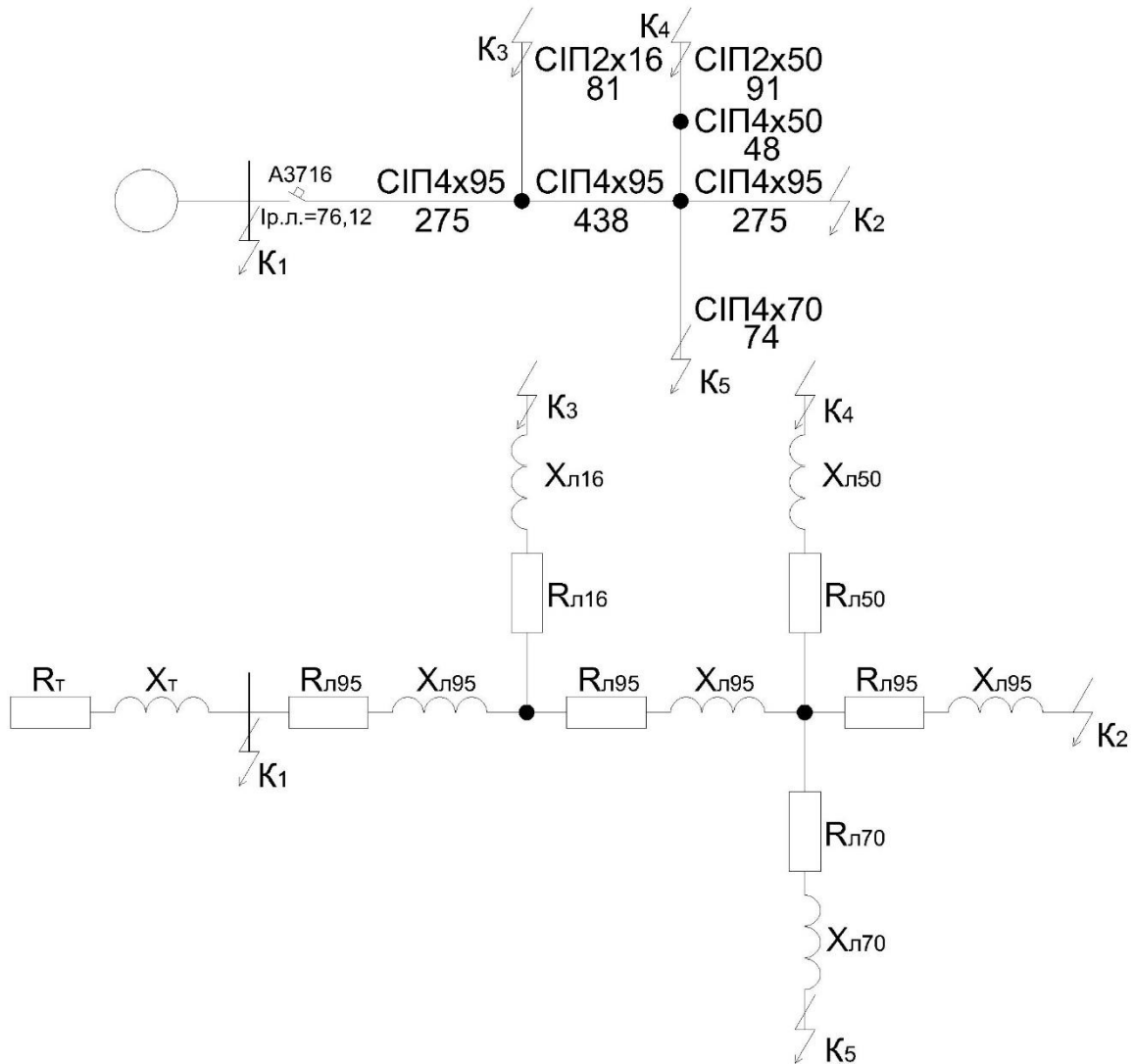
**5.2. Розрахунок струмів короткого замикання лінії 0,38 кВ, та перевірки захисту на спрацювання від дії однофазного струму короткого замикання**

					<i>БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ</i>	Арк.
						57
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

В проекті розглядаємо розрахунок трьохфазного та однофазного струму короткого замикання на шинах 0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ та в кінцевих точках кожної з ліній. Струми однофазних коротких замикань розраховуємо в кінцевих точках ліній.

Розраховуємо струми трьохфазних та однофазного короткого замикання для лінії 1 ПТ1 10/0,4 кВ.

Складаємо схему заміщення для визначення трьохфазних струмів коротких замикань:



Розрахунок трьохфазних і однофазних коротких замикань будемо вести в іменованих одиницях:

1. Знаходимо опори схеми заміщення:

а) Знаходимо повний опір силового трансформатора до точки К1:

$$Z_{Т К1} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{U_{сер}^2}{S_H} = \frac{4,5}{100} \cdot \frac{0,4^2}{0,16} = 0,045 \text{ Ом}$$

де  $Z_{Т К1}$  – повний опір від ТП до точки К1, Ом;

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ				

$S_n$  – номінальна потужність ТП, *мВА*;

$U_{сер}$  – середня напруга на шинах ТП.

$$Z_{Т К1} = Z_{ПК1}$$

б) Знаходимо активний та індуктивний опори лінії:

До точки  $K_2$

$$R_{\phi 95} = r_0 \cdot l = 0,31 \cdot 0,969 = 0,3 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 95} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,969 = 0,34 \text{ Ом}$$

де  $R_{\phi 95}$  – активний опір лінії, Ом;

$X_{\phi 95}$  – індуктивний опір лінії, Ом;

$r_0$  – питомий активний опір 1 км проводу, Ом/км;

$x_0$  – питомий індуктивний опір 1 км проводу, Ом/км;

$l$  – загальна довжина даного перерізу проводу, км.

До точки  $K_3$

$$R_{\phi 95} = r_0 \cdot l = 0,31 \cdot 0,275 = 0,085 \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 16} = r_0 \cdot l = 1,84 \cdot 0,081 = 0,15 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 95} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,275 = 0,096 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 16} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,081 = 0,028 \text{ Ом}$$

До точки  $K_4$

$$R_{\phi 95} = r_0 \cdot l = 0,31 \cdot 0,713 = 0,22 \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 50} = r_0 \cdot l = 0,59 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 95} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,713 = 0,25 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 16} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,139 = 0,05 \text{ Ом}$$

До точки  $K_5$

$$R_{\phi 95} = r_0 \cdot l = 0,31 \cdot 0,713 = 0,22 \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 70} = r_0 \cdot l = 0,42 \cdot 0,074 = 0,03 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 95} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,713 = 0,25 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 16} = x_0 \cdot l = 0,35 \cdot 0,074 = 0,025 \text{ Ом}$$

в) Знаходимо повний опір до точок  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  і  $K_5$ :

$$Z_{ПК2} = \sqrt{2R_{\phi 95}^2 + 2X_{\phi 95}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,3^2 + 2 \cdot 0,34^2} = 0,64 \text{ Ом}$$

$$Z_{ПК3} = \sqrt{2 \cdot (R_{\phi 95} + R_{\phi 16})^2 + 2 \cdot (X_{\phi 95} + X_{\phi 16})^2} = \\ = \sqrt{2 \cdot (0,085 + 0,15)^2 + 2 \cdot (0,096 + 0,028)^2} = 0,38 \text{ Ом}$$

$$Z_{ПК4} = \sqrt{2 \cdot (R_{\phi 95} + R_{\phi 50})^2 + 2 \cdot (X_{\phi 95} + X_{\phi 50})^2} = \\ = \sqrt{2 \cdot (0,22 + 0,08)^2 + 2 \cdot (0,25 + 0,05)^2} = 0,6 \text{ Ом}$$

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$Z_{\text{ПК5}} = \sqrt{2 \cdot (R_{\phi 95} + R_{\phi 70})^2 + 2 \cdot (X_{\phi 95} + X_{\phi 70})^2} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot (0,22 + 0,03)^2 + 2 \cdot (0,25 + 0,025)^2} = 0,53 \text{ Ом}$$

2. Знаходимо трифазні струми коротких замикань в точках  $K_1$ :

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_{\text{сер}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\text{ПК1}}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,045} = 5,13 \text{ кА}$$

$$I_{K1}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{K1}^{(3)} = 0,87 \cdot 5,13 = 4,46 \text{ кА}$$

$$i_{y K1} = \sqrt{2} \cdot I_{K1}^{(3)} \cdot K_y = \sqrt{2} \cdot 5,13 \cdot 1 = 7,25 \text{ кА}$$

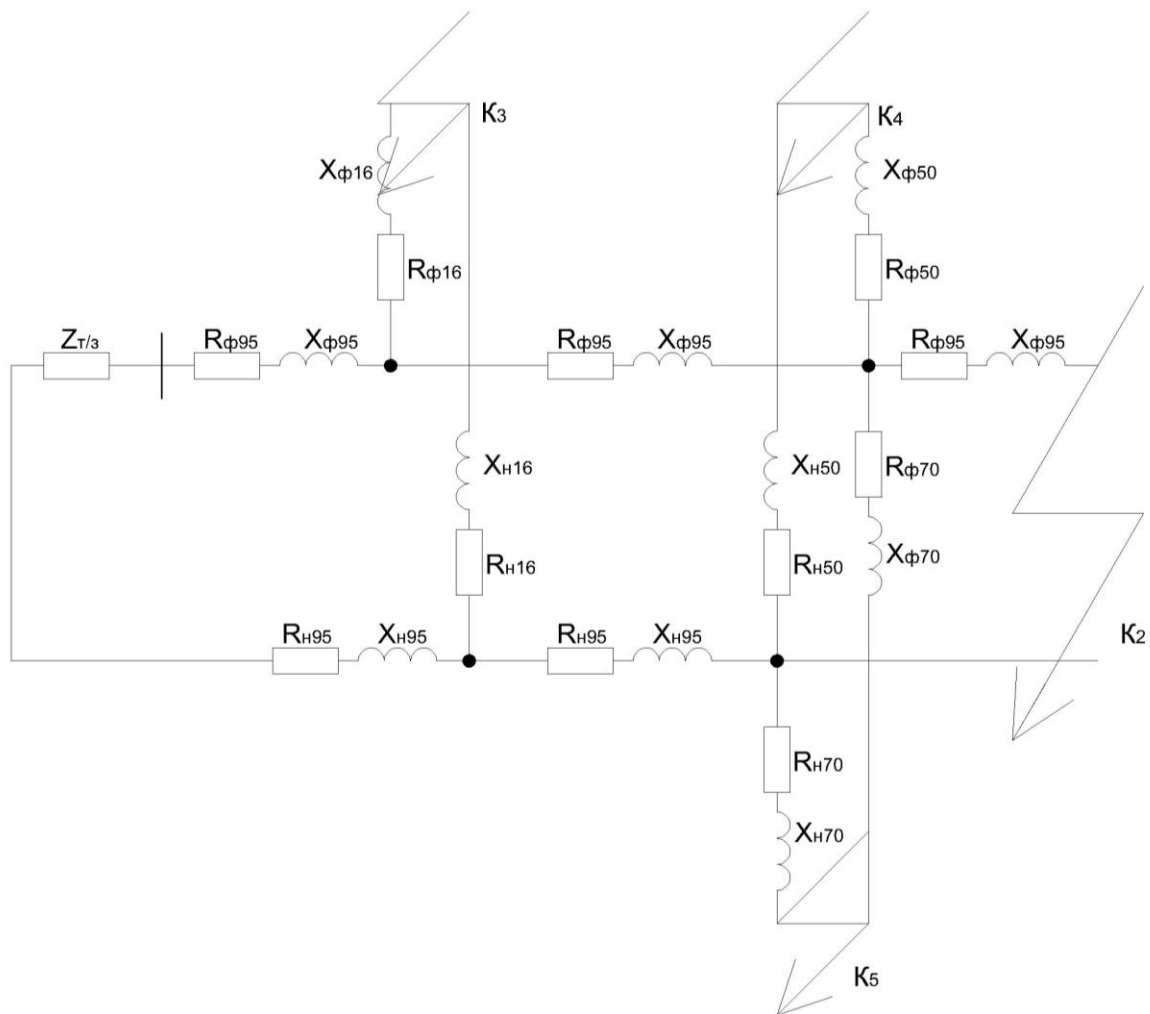
де  $I_{K1}^{(3)}$  – трифазний струм короткого замикання в точці  $K_1$ , кА;

$I_{K1}^{(2)}$  – двофазний струм короткого замикання в точці  $K_1$ , кА;

$i_{y K1}$  – ударний струм короткого замикання в точці  $K_1$ , кА;

$K_y$  – ударний коефіцієнт.

3. Складаємо схему заміщення для розрахунку короткого замикання в точках  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$ :



Знаходимо однофазний струм короткого замикання в точках  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$ :

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{к2}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{пк2}} = \frac{220}{\frac{0,045}{3} + 0,64} = 335,88 \text{ A}$$

де  $I_{к2}^{(1)}$  – однофазний струм короткого замикання, А;

$U_{\phi}$  – фазна напруга, В;

$Z_T$  – повний опір трансформатора на шинах ТП, Ом;

$Z_{пк2}$  – опір до точки К<sub>2</sub>, Ом.

Перевіряємо чи спрацює захист від дії струму однофазних коротких замикань:

$$I_{к2}^{(1)} \geq 3 \cdot I_{н.р.}$$

$$335,88 > 240$$

Захист являється чутливим

$$I_{к3}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{пк3}} = \frac{220}{\frac{0,045}{3} + 0,38} = 556,96 \text{ A}$$

$$I_{к3}^{(1)} \geq 3 \cdot I_{н.р.}$$

$$556,96 > 240$$

Захист являється чутливим

$$I_{к4}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{пк4}} = \frac{220}{\frac{0,045}{3} + 0,6} = 357,72 \text{ A}$$

$$I_{к4}^{(1)} \geq 3 \cdot I_{н.р.}$$

$$357,72 > 240$$

Захист являється чутливим

$$I_{к5}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{пк5}} = \frac{220}{\frac{0,045}{3} + 0,53} = 403,67 \text{ A}$$

$$I_{к5}^{(1)} \geq 3 \cdot I_{н.р.}$$

$$403,67 > 240$$

Захист являється чутливим

При нечутливому захисті проводиться додатковий розрахунок. Для прикладу такого розрахунку візьмемо точку К<sub>3</sub> на лінії 2 ТП-1.

$$I_{к3}^{(1)} \geq 3 \cdot I_{н.р.}$$

$$419,05 < 480$$

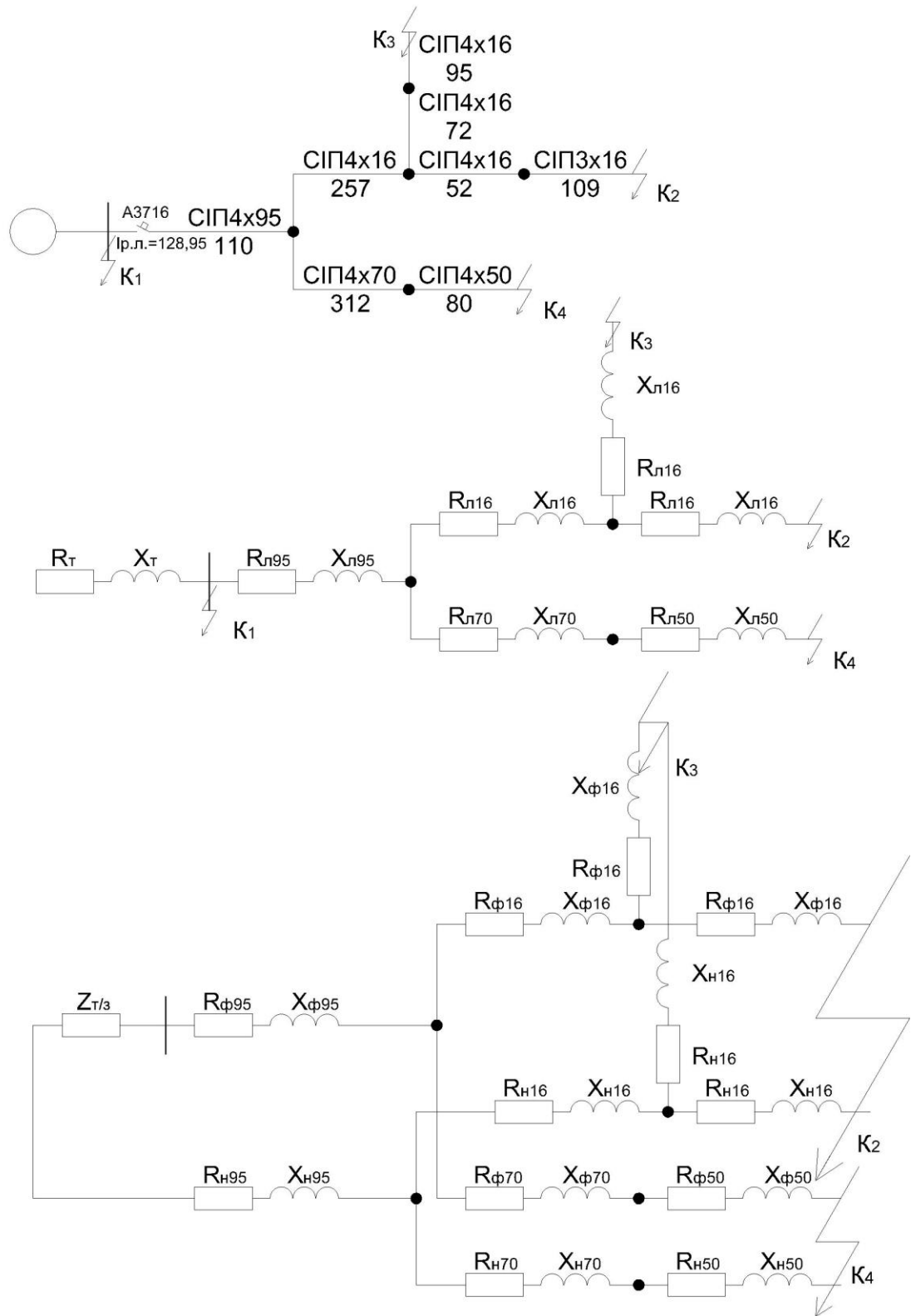
$$I_{нес} = 0,5 \cdot I_{н.р.} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ A}$$

$$K_y = \frac{I_{к3}^{(1)} - I_{нес}}{I_{уст}} = \frac{419,05 - 80}{120} = 2,83$$

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ				

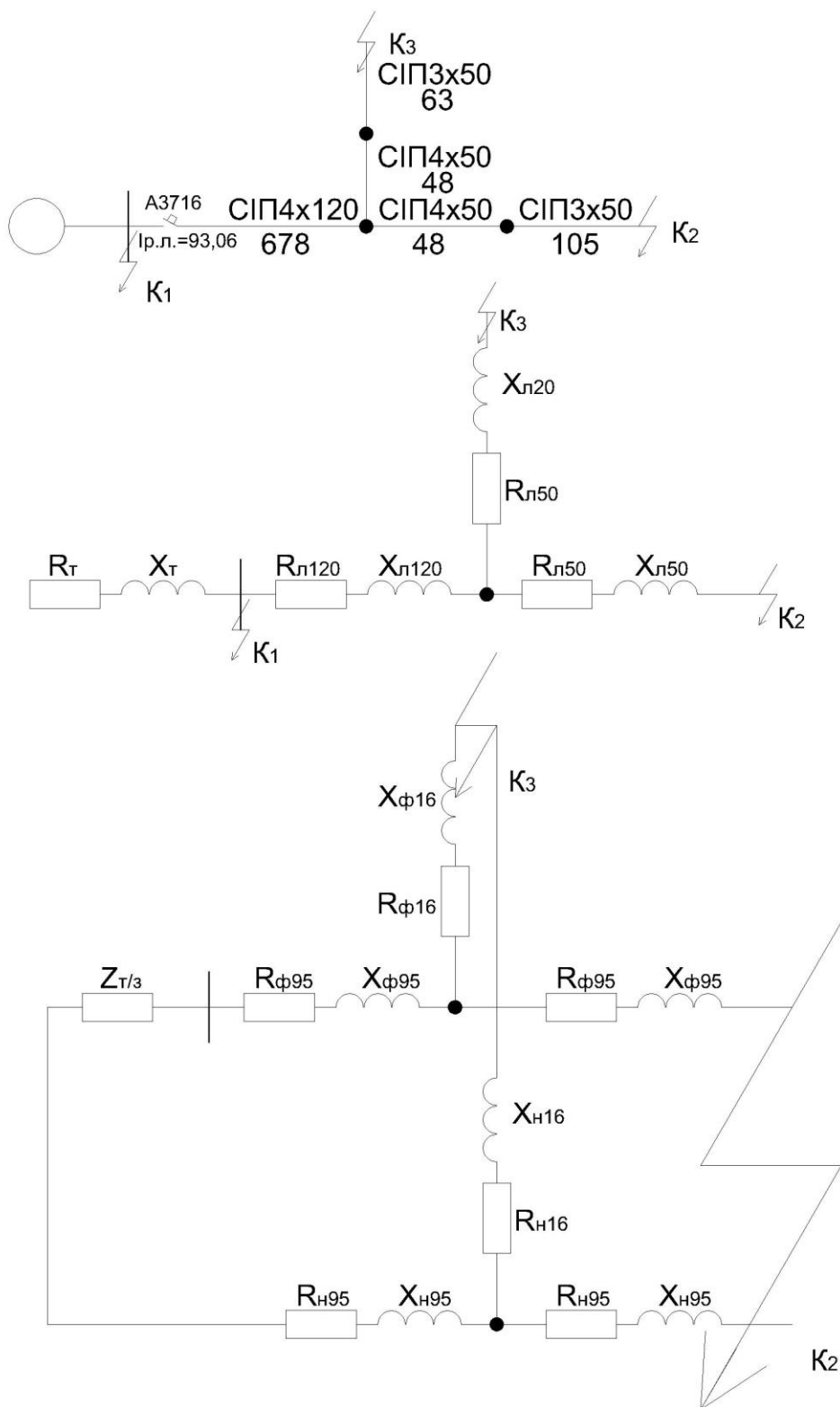
Розрахунок решти ліній ведемо аналогічно, для цього складаємо розрахункові схеми та схеми заміщення [РПЗ с. 63]. Дані розрахунку заносимо до таблиці 5.2.1 і 5.2. [РПЗ с. 67].

Розрахункова схема та схема заміщення ТП-1 лінія 2





# Розрахункова схема та схема заміщення ТП-1 лінія 3



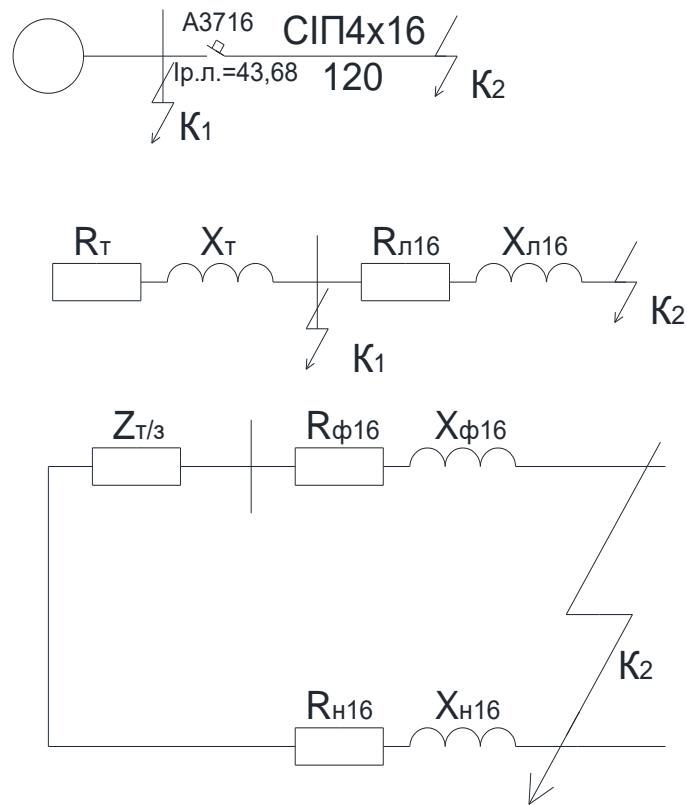
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

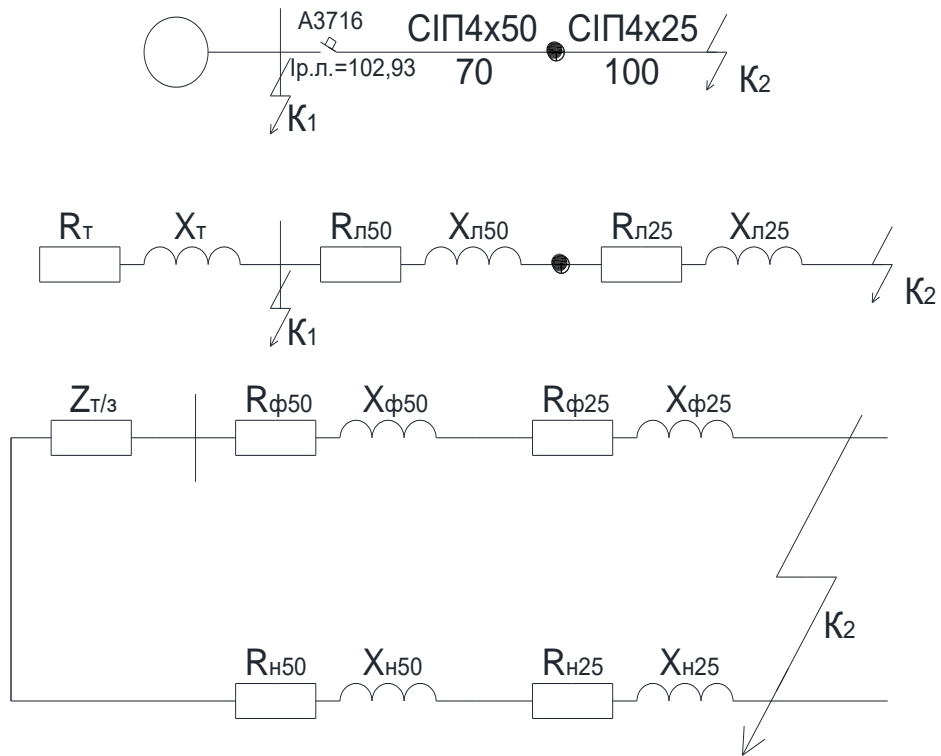
Арк.

63

Розрахункова схема та схема заміщення ТП-2 лінія 1

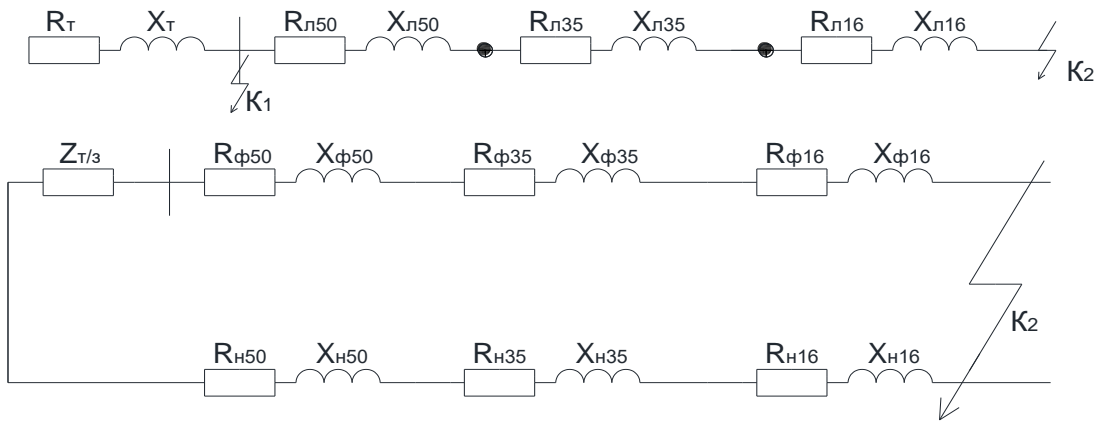
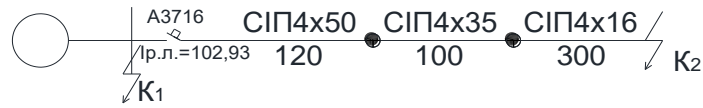


Розрахункова схема та схема заміщення ТП-2 лінія 2



Розрахункова схема та схема заміщення ТП-2 лінія 3

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Таблиця 5.2.1 Результати розрахунків струму короткого замикання ТП-1

Точка короткого замикання	Струми короткого замикання				$Z_{пк}, \text{OM}$	При нечутливому захисті			Захист при $I_k^{(1)}, \text{A}$
	$I_k^{(3)}, \text{A}$	$I_k^{(2)}, \text{A}$	$I_k^{(1)}, \text{A}$	$i_y, \text{A}$		$I_{уст}, \text{A}$	$I_{нес}, \text{A}$	$K_y$	
Лінія 1									
K1	5,13	4,46		7,25					
K2			335,88		0,64				чутливий
K3			556,96		0,38				чутливий
K4			357,72		0,6				чутливий
K5			403,67		0,53				чутливий
Лінія 2									
K1	5,13	4,46		7,25					
K2			187,23		1,16	120	80	0,89	не чутливий
K3			419,05		0,51	120	80	2,83	чутливий
K4			543,21		0,39				чутливий
Лінія 3									
K1	5,13	4,46		7,25					
K2			136,22		1,6	80	50	1,08	не чутливий
K3			473,12		0,45				чутливий

Таблиця 5.2.2 Результати розрахунків струму короткого замикання ТП-2

Точка короткого замикання	Струми короткого замикання				$Z_{пк}, \text{OM}$	При нечутливому захисті			Захист при $I_k^{(1)}, \text{A}$
	$I_k^{(3)}, \text{A}$	$I_k^{(2)}, \text{A}$	$I_k^{(1)}, \text{A}$	$i_y, \text{A}$		$I_{уст}, \text{A}$	$I_{нес}, \text{A}$	$K_y$	
Лінія 1									
K1	3,21	2,79		4,54					
K2			639,53		0,32				чутливий
Лінія 2									
K1	3,21	2,79		4,54					
K2			852,71		0,234				чутливий
Лінія 3									
K1	3,21	2,79		4,54					
K2			208,74		1,03	80	50	1,98	не чутливий

## 6. Розрахунок заземлення ТП 10/0,4 кВ

Заземлюючий пристрій, до якого приєднується нейтраль трансформатора буде спільним для сторони 10 і 0,4 кВ. Геометричні розміри заземлюючого пристрою для розрахунку приймемо (прямокутник 15х15 м).

Контур буде складатися із вертикальних заземлювачів, для них приймаємо круглу сталь діаметром довжиною 5 м і 12 мм, з'єднувальної полоси, для якої теж приймаємо круглу сталь діаметром 10 мм. Глибина закладання стержнів і з'єднувальної полоси від поверхні ґрунту 0,7 м.

$$\begin{aligned}l_{\text{ст}} &= 5 \text{ м} \\d_{\text{ст}} &= 12 \text{ мм} \\d_{\text{пол}} &= 10 \text{ мм} \\h_{\text{ст}} &= 0,7 \text{ м} \\h_{\text{пол}} &= 0,7 \text{ м} \\\rho_{\text{гр}} &= 260 \text{ Ом} \cdot \text{м} \\R_3 &= 4 \text{ Ом}\end{aligned}$$

1. Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для вертикальних стержнів:

$$\rho_{\text{гр.ст}} = k_c \cdot k_1 \cdot \rho_{\text{гр}} = 1,2 \cdot 1 \cdot 260 = 312 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

де  $k_c$  – коефіцієнт сезонності,  $k_c = 1,2$ ; [6 с.316]

$k_1$ —коефіцієнт, який враховує вологість ґрунту при вимірюванні,  $k_1 = 1$ ; [6 с.317]

2. Знаходимо опір одного вертикального заземлювача:

$$\begin{aligned}R_{\text{ст}} &= \frac{0,366}{l_{\text{ст}}} \cdot \rho_{\text{гр.ст}} \left( \ln \frac{2l_{\text{ст}}}{d_{\text{ст}}} + 0,5 \ln \frac{4h_{\text{сер}} + l_{\text{ст}}}{4h_{\text{сер}} - l_{\text{ст}}} \right) \\R_{\text{ст}} &= \frac{0,366}{5} \cdot 312 \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 3,2 + 5}{4 \cdot 3,2 - 5} \right) = 70,78 \text{ Ом}\end{aligned}$$

де  $l_{\text{ст}}$  – довжина стержня;

$d_{\text{ст}}$ —діаметр стержня;

$h_{\text{сер}}$ —відстань від поверхні ґрунту до середини електрода;

$$h_{\text{сер}} = 0,7 + \frac{5}{2} = 3,2 \text{ м}$$

3. Знаходимо теоретичну кількість вертикальних стержнів:

$$n_{\text{т}} = \frac{R_{\text{ст}}}{R_3} = \frac{70,78}{4} = 17,7 \approx 18 \text{ шт.}$$

4. Знаходимо відношення  $\frac{a}{l_{\text{ст}}}$ :

$$\frac{a}{l_{\text{ст}}} = \frac{5}{5} = 1$$

По [2 с.323] для  $n = 18$  та  $\frac{a}{l_{\text{ст}}} = 1$  визначаємо коефіцієнт використання стержня  $\eta_{\text{ст}} = 0,62$

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ

5. Знаходимо загальний опір 18 стержнів з урахуванням коефіцієнту використання стержня:

$$R_{\text{заг.ст}} = \frac{R_{\text{ст}}}{n_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{ст}}} = \frac{70,78}{18 \cdot 0,62} = 6,34 \text{ Ом}$$

Якби  $R_{\text{заг.ст}}$  дорівнювало або було менше  $R_3$ , то розрахунок на цьому б закінчився.

6. Знаходимо розрахунковий опір ґрунту для з'єднувальної полоси:

$$\rho_{\text{гр.пол}} = k \cdot \rho_{\text{гр}} = 1 \cdot 260 = 260 \text{ Ом}$$

де  $k$ —коефіцієнт форми полоси для круглого перерізу полоси,  $k = 1$ .

7. Знаходимо опір полоси:

$$R_{\text{пол}} = \frac{0,366}{l_{\text{пол}}} \cdot \rho_{\text{гр.пол}} \cdot \ln \frac{l_{\text{пол}}^2}{d_{\text{пол}} \cdot h_{\text{пол}}} = \frac{0,366}{90} \cdot 260 \cdot \ln \frac{50^2}{0,01 \cdot 0,7} = 5,87 \text{ Ом}$$

де  $l_{\text{пол}}$ —довжина горизонтального заземлювача, в даному випадку

$$l = 18 \cdot 5 = 90 \text{ м}$$

$\rho_{\text{гр.пол}}$ —розрахунковий опір ґрунту для розрахунку горизонтальних заземлювачів, Ом;

$d_{\text{пол}}$ —діаметр полоси, м;

$h_{\text{пол}}$ —глибина закладання полоси, м.

По [2 с.323] визначаємо коефіцієнт використання полоси  $\eta_{\text{пол}} = 0,7$ .

8. Знаходимо опір полоси з урахуванням коефіцієнту використання полоси:

$$R'_{\text{пол}} = \frac{R_{\text{пол}}}{\eta_{\text{пол}}} = \frac{5,87}{0,7} = 8,39 \text{ Ом}$$

9. Знаходимо загальний опір контуру заземлення:

$$R_{\text{заг.конт}} = \frac{R_{\text{заг.конт}} \cdot R_{\text{пол}}}{R_{\text{заг.конт}} + R_{\text{пол}}} = \frac{6,34 \cdot 8,39}{6,34 + 8,39} = 3,61 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{заг.конт}} = 3,61 \text{ Ом} < R_3 = 4 \text{ Ом}$$

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**ТП 10/0,4 кВ**

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## 7. Основні заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища при будівництві ПЛ-0,38 кВ.

Охорона праці при будівництві, реконструкції і експлуатації проектуємих об'єктів, та техніка безпеки – забезпечується прийняттям всіх проектних рішень в строгому порядку. Для забезпечення охорони праці і техніки безпеки проектом передбачено:

- 1) використання технічного обладнання, що пройшло випробування в лабораторії, і має відмітку про випробування;
- 2) правильне розміщення обладнання, яке забезпечує його обслуговування;
- 3) виконання пристроїв заземлення елементів електроустановок з нормованою величиною опору і конструкцією, відповідною вимога ПТЕ;
- 4) використання машин і механізмів, в конструкцію яких закладені принципи охорони праці, при виконанні будівельно-монтажних робіт;
- 5) висока ступінь механізації будівельно-монтажних робіт;

будівництво і реконструкція ділянок ліній поблизу робочих, що знаходяться під напругою, повинні виконуватися в відповідності з вимогами.

При виконанні верхолазних робіт, не допускаються особи віком молодше 18 років. У осіб, допущених до цих робіт, повинна бути відмітка у «Посвідченні по перевірці знань» в графі «Спеціальні роботи». При роботі на опорах, працюючий повинен бути в монтажній касці і пристебнутий монтажно – страхувальним ременем до опори, якщо підйом був здійснений за допомогою кігтів; пристебнутий до люльки вишки, якщо за допомогою автомашини.

Забороняється передавати прилади і інструменти, засобом підкидання – подачу проводять за допомогою каната а бо мотузки – яка повинна бути у працюючого на висоті. Забороняється залишати предмети зверху, а також бути під опорою, на якій проводиться монтаж або ремонт. При виконання розвантажувально-завантажувальних робіт, земляних робіт, робіт по зборці, підйому і установки опор, розкатці і розмотці дротів – треба суворо дотримуватися правил ОТ, ПТБ і ПТЕ.

На всіх етапах історії розвитку, людина перебувала в найтіснішому зв'язку з природою. На перших етапах свого становлення людина користувалася благами природи, не змінюючи помітно природного середовища. Протягом останніх двох-трьох століть її вплив на природу значно посилювався, внаслідок чого місцями відбувся, штучний перерозподіл води і суші, дещо змінився кількісний і якісний склад рослинного і тваринного світу. Цей вплив великою мірою сприяє поліпшенню умов життя людства.

Але дедалі інтенсивніше використання всіх природних багатств забруднює навколишнє середовище викидами промислових підприємств.

На мою думку, традиційні джерела енергії потрібно замінювати альтернативними.

										Арк.
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



### Висновок

В процесі виконання проекту по заданому району, було проведено розрахунок ліній 10кВ та ліній 0,38 кВ заданого населеного пункту. Він включає розрахунок електричних навантажень населеного пункту, визначення потужності і вибір трансформаторів, електричний розрахунок повітряних ліній напругою 10 кВ, побудова таблиці відхилень напруги, електричний розрахунок повітряної лінії напругою 0,38 кВ, конструкційне виконання ліній напругою 0,38 кВ на підстанції 10/0,4 кВ, розрахунок струмів короткого замикання та перевірка захисту на спрацювання від дії однофазних струмів коротких замикань, узгодження захистів вибір устаткування підстанції 10/0,4 кВ.

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Література

- 1 Електричні мережі та системи. Підручник. Сегеда М.С. / Третє видання, доповнене та перероблене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 540 с. ISBN 978-617-607-831-9
- 2 Електричні системи та мережі : конспект лекцій / укладачі: І. Л. Лебединський, В. І. Романовський, Т. М. Загородня. – Суми: Сумський державний університет, 2018.– 214 с.
- 3.202 Методичні вказівки до виконання курсового проекту на тему „Розрахунок замкнутої електричної мережі” з курсу „Електричні системи та мережі” / укладачі: І. Л. Лебединський, С. М. Леbedка, В. І. Романовський, В. В. Волохін. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 40 с
- 3 Правила улаштування електроустановок - 5-те вид., переробл. й доповн. – Харьков, Форт, 2014. – 782 с.
- 4 Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. / С.С. Ананичева, А.Л. Мызин, С.Н. Шелюг. ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2005. - 52 с  
<http://www.energyland.info/files/library/487586c140e2946c28be316bcbd800a3.pdf>
- 5 Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. Навчальний посібник. Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. / Вінниця: ВДТУ, 2002.–116с.  
<http://kulykvv.vk.vntu.edu.ua/file/posibn/cf207246a5ffede8257f5b865a7b60d9.pdf>
- 6 СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-54:2011. Визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропереда-

					БР.5.14.1.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

вання. Київ. Міністерства енергетики та вугільної промисловості України № 399 від 21.06.2013.

7 Гаряжа В. М. Конспект лекцій з курсу «Електрична частина станцій та підстанцій».

[http://eprints.kname.edu.ua/48453/1/2015\\_%D0%BF%D0%B5%D1%87\\_89%20%D0%9B%20%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA.pdf](http://eprints.kname.edu.ua/48453/1/2015_%D0%BF%D0%B5%D1%87_89%20%D0%9B%20%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA.pdf)

8. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Електрична частина станцій та підстанцій» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070103 – Електротехнічні системи електроспоживання (за видами)) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : В. М. Гаряжа, Є. Д. Дьяков, Г. В. Капустін. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015.– 44 с.

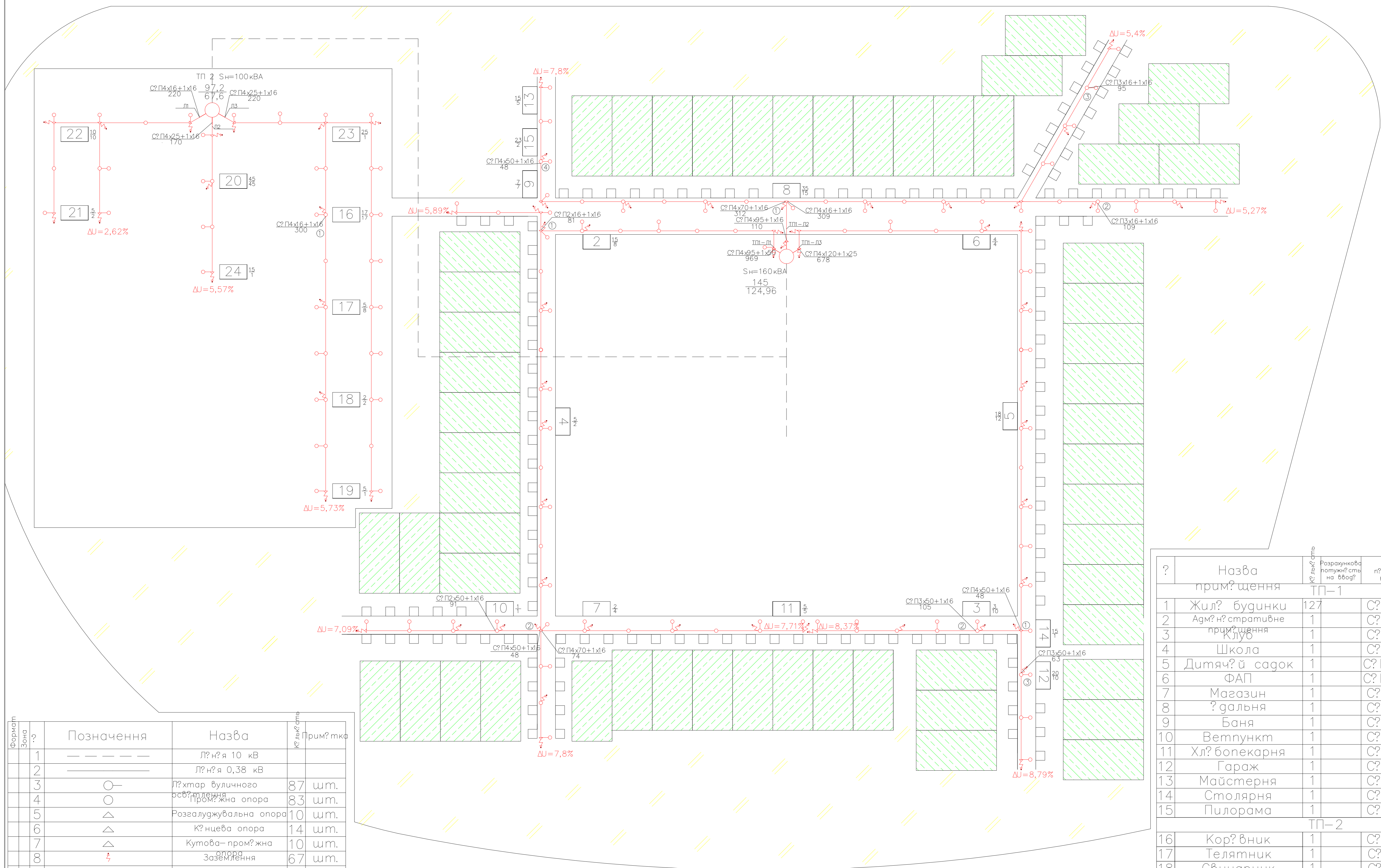
9 Сегеда М.С., Гапанович В.Г., Олійник В.П., Покровський К.Б. Проектування структурних схем електростанцій та підстанцій: навч. посіб. – Львів: Вид-во НУ «ЛП», 2010.

10 Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник.

Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2015. – 504 с.

11 Методичні вказівки до проведення практичних занять з курсу «Релейний захист та автоматика» / Харк. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Д. С. Шимук. – Х.: ХНУМГ, 2013 – 60 с.

					БР.5.141.602.ПЗ.ЕТ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Формат	Зона	Позначення	Назва	к? л?к? ст?в	Прим? т?к?
	1	---	Л? н? я 10 кВ		
	2	---	Л? н? я 0,38 кВ		
	3	○	Л? хтар вуличного осв?тлення	87	шт.
	4	○	Пром? жна опора	83	шт.
	5	△	Розгалужувальна опора	10	шт.
	6	△	К? нцева опора	14	шт.
	7	△	Кутова-пром? жна	10	шт.
	8	⚡	Заземлення	67	шт.
	9	⚡	Денне та веч? рн? навантаження		
	10	□	Житловий будинок	127	шт.
	11	2	Виробнич? прим? щення	23	шт.
	12	ΔU=5,89%	Втрати л? н??		
	13	⊙	Точка зм? ни проводу	10	раз
	14		Пров? д С? П4х16	3,99	км
	15		Пров? д С? П4х25	1,2	км
	16		Пров? д С? П4х50	1,52	км
	17		Пров? д С? П4х70	0,39	км
	18		Пров? д С? П4х95	1,08	км
	19		Пров? д С? П4х120	0,68	км

?	Назва прим? щення	к? л?к? ст?в	Розрахунок потужн? ст? на в?вод?	Провод н? в?воду до буд? влю	Провода в?вода в буд? влю
	ТП-1				
1	Жил? будинки	127		С? П4х95	
2	Адм? н? стративне прим? щення	1		С? П4х95	
3	Клуб	1		С? П4х50	
4	Школа	1		С? П4х95	
5	Дитяч? й садок	1		С? П4х120	
6	ФАП	1		С? П4х120	
7	Магазин	1		С? П4х95	
8	? дальня	1		С? П4х95	
9	Баня	1		С? П4х70	
10	Ветпункт	1		С? П4х50	
11	Хл? бопекарня	1		С? П4х95	
12	Гараж	1		С? П4х50	
13	Майстерня	1		С? П4х50	
14	Столярня	1		С? П4х50	
15	Пилорама	1		С? П4х70	
	ТП-2				
16	Кор? вник	1		С? П4х25	
17	Телятник	1		С? П4х16	
18	Свинарник	1		С? П4х16	
19	Млин	1		С? П4х16	
20	Молокопереробний цех	1		С? П4х25	
21	Картоплексовище	1		С? П4х16	
22	Зерносовище	1		С? П4х16	
23	Механ? зований склад	1		С? П4х25	
24	Фуражний сарай	1		С? П4х25	

БР.5.141.602. ГЧ. ЕТ

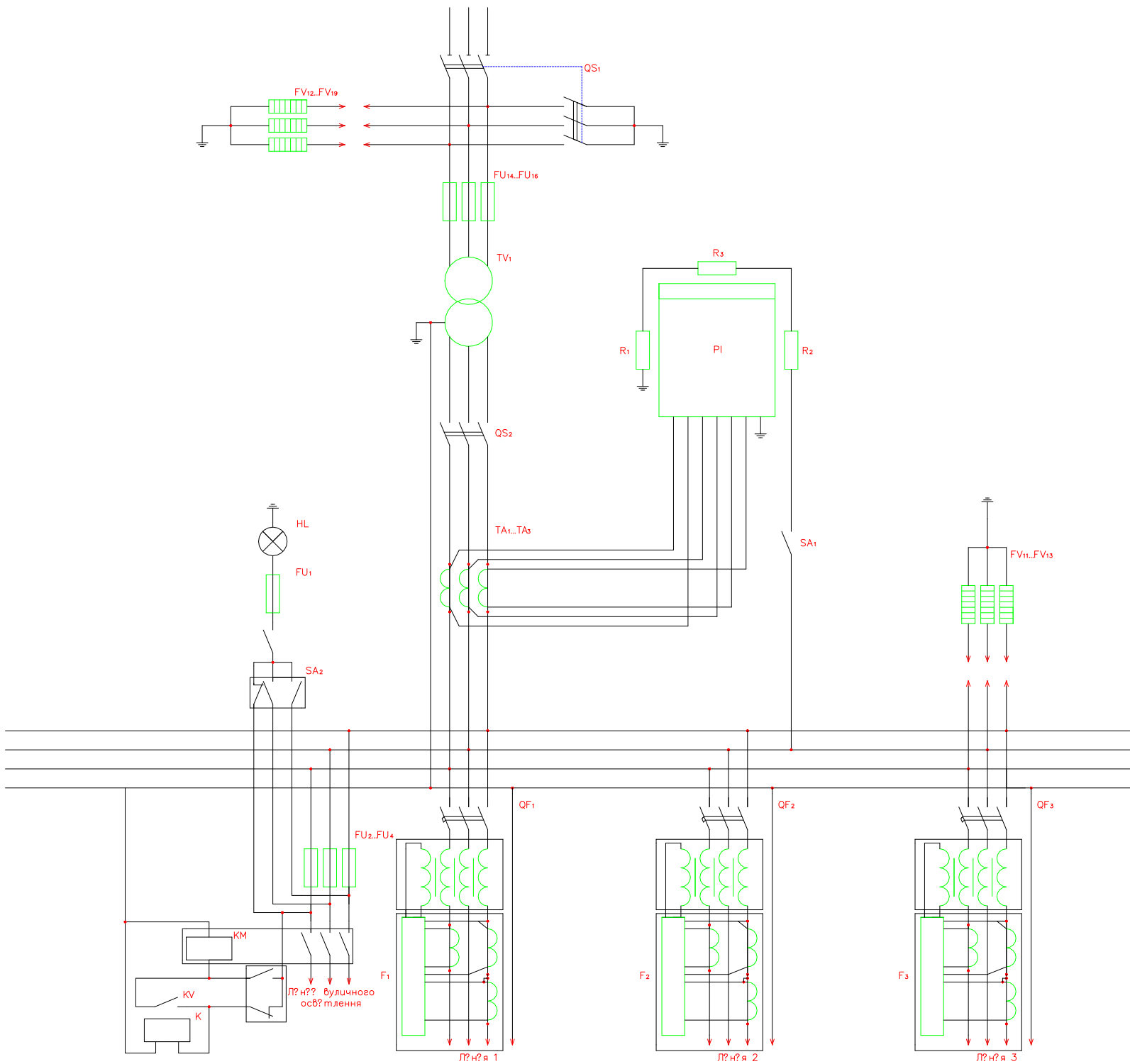
Зм? н. Арх? документи? гнис Дата Розробив Брайко Д.С. Перев? рив? Ф? моб? Г.П. т. конгр. н? конгр. татбердир? лебединський

Розрахунок системи електропостачання споживач? в населеному пункту проводами марки С?П

Схема мереж? 0,38 кВ

Л? тера Маса Маштаб Н 1:2000

СуМДУ



Схемне позначення	Найменування	К? л?	Марка	Ном? н? данн?
QF	Рубильник вводу	1	Р19	400А
QS1	Роз? гнувач	1	РЛНД10	400А
FU1	Запоб? жник	1	ПРС-6	6А
FU2...FU4	Запоб? жник	3	ПРС-25	25А
QF1...QF3	Автоматичний вимикач	3	АЕ-20	100А
F1...F3	Пристр? й захисту	3	ЗТ-04У	380/220
FV11...FV13	Розрядник 0,4кВ	3	РВН-0,5	380В
FU14...FU16	Запоб? жник 10кВ	3	ПКТ-10	10кВ
FV12...FV19	Розрядник 10кВ	3	РВО-10	10кВ
TA1...TA3	Трансформатор струму	3	РПК-0,4	400В
TV1	Трансформатор силовий	1	ТМ-100	0,4кВ
SA1	Вимикач	1	ТМ-2А	220В
SA2	Перемикач	1	ПКУ-3А	10А
K	Фотореле	1	ФСК-6	100В
KM	Магн? тний пускач	1	ПМЕ-211	25А
PI	Л? чильник	1	САЧУ-672	380В
R1...R3	Резистор	3	МЛТ-10	1кОм
HL	Лампа	1	Б235-24	500Вт
KV	Реле напруги	1	РН-10	100В
TV2	Трансформатор напруги	1	НОС-0,5	до 500В

БР.5.141.602.ГЧ.ЕТ.					Л? терал	Маса	Маштаб
Зм? н.	Арх.	Документ?	Л? гнис	Дата	Н		
Розроб? в	Байко Д.С.						
Перев? рив	Трунов Г.Д.						
контр.							
Н							
Затверд?							

Розрахунок системи електропостачання споживач? в населеному пункту проведеними проводими марки СЗП

Схема Л? станиц? 10/0,4 кВ

О?М ДУ ЕТн-61п